THE GETTY CENTER LIBRARY

Digitized by the Internet Archive
in 2015

https://archive.org/details/journalfurdiebau20unse

Journal

für

die Baukunst.

In zwanglosen Heften.

Herausgegeben

von

Dr. A. L. Crelle,

Königlich-Preufsischem Geheimen-Ober-Baurathe, Mitgliede der Königlichen Akademie der Wissenschaften zu Berlin, Correspondenten der Kaiserlichen Akademie der Wissenschaften zu St. Petersburg und der Königlichen Akademieen der Wissenschaften zu Neapel und Brüssel, auswärtigem Mitgliede der Königlichen Akademie der Wissenschaften zu Stockholm, Ehrenmitgliede der Hamburger Gesellschaft zur Verbreitung der mathematischen Wissenschaften.

Zwanzigster Band.

In vier Heften.

Mit elf Figurentafeln und zwei Carten.

K.K. TECHNISCHE MILITAIR ACADEMIE BIBLIOTHEK

Berlin.

Bei G. Reimer.

1844.

K.K. TECHNISCHE MILITAIR ACADEMIE BIBLIOTHEK

Inhalt des zwanzigsten Bandes.

Erstes Heft.

1. Über practisch-richtiges Nivelliren oder Wasserwägen. Von Herrn *Carl Reinhold,* Königl. Hannöverschem Geometer. (Die Fortsetzung folgt.) Seite 1
2. Übersicht der Geschichte der Baukunst, mit Rücksicht auf die allgemeine Culturgeschichte. Vom Herrn Bau-Inspector *C. A. Rosenthal* zu Magdeburg. (Fortsetzung der Abhandlung No. 2. im 1ten, No. 6. im 2ten, No. 8. im 3ten Hefte 13ten, No. 1. im 1ten, No. 7. im 2ten, No. 8. im 3ten, No. 12. im 4ten Hefte 14ten, No. 1. im 1ten, No. 9. im 2ten, No. 11. im 3ten, No. 15. im 4ten Hefte 15ten, No. 10. im 3ten Hefte 16ten, No. 3. im 1ten, No. 5. im 2ten, No. 10. im 3ten Hefte 17ten und No. 4. im 2ten Hefte 18ten Bandes.) . . . . . — 32
3. Einige Bemerkungen, Entwässerungs-Anlagen tiefliegender Polder in Holland betreffend. Von Herrn *H. Hübbe,* Wasserbaudirector in Hamburg. — 69
4. Sammlung von Bemerkungen beim Graben von Brunnen über Erdschichten und Quellen. Von dem verstorbenen Herrn Geheimen Regierungs- und Baurath *Wutzke.* (Schlufs des Aufsatzes No. 3. im ersten und No. 9. im dritten Hefte neunzehnten Bandes.) . . . . . — 73
5. Bemerkungen über die Entstehung des Torfs und dessen Benutzung als Bau- und Brennmaterial. Von dem verstorbenen Herrn Geheimen Regierungs- und Baurath *Wutzke.* . . . . . — 79

Zweites Heft.

6. Über practisch-richtiges Nivelliren oder Wasserwägen. Von Herrn *Carl Reinhold,* Königl. Hannöverschem Geometer. (Fortsetzung des Aufsatzes No. 1. im ersten Hefte dieses Bandes.) . . . . . — 93
7. Gutachten über die Eisenbahn von Stuttgart nach Ulm; enthaltend eine Vergleichung zwischen den beiden Concurrenz-Linien
   a. Durch das Neckar- und Filsthal über die Alb;
   b. Durch das Rems-, Kocher- und Brenzthal.
   Von Herrn *A. W. Beyse,* Civil-Ingenieur und Architekten aus Cöln. . — 120
8. Über den Casseler Cement. Von Herrn Oberbaumeister *Engelhard* zu Cassel in Hessen. (Der Schlufs im nächsten Hefte.) . . . . . — 165

Drittes Heft.

9. Über den Casseler Cement. Von Herrn Oberbaumeister *Engelhard* zu Cassel in Hessen. (Schlufs des Aufsatzes No. 8. im vorigen Heft.) . . Seite 189

10. Über practisch-richtiges Nivelliren oder Wasserwägen. Von Herrn *Carl Reinhold*, Königl. Hannöverschem Geometer. (Schlufs des Aufsatzes No. 1. im ersten und No. 6. im zweiten Hefte dieses Bandes.) . . . . — 200

11. Gutachten über die Eisenbahn von Stuttgart nach Ulm; enthaltend eine Vergleichung zwischen den beiden Concurrenzlinien

a. Durch das Neckar- und Filsthal über die Alb;

b. Durch das Rems-, Kocher- und Brenzthal.

Von Herrn *A. W. Beyse*, Civil-Ingenieur und Architekten aus Cöln. (Schlufs des Aufsatzes No. 7. im vorigen Heft.) . . . . . — 242

12. Hydrotechnische Beschreibung der Wasserstrafse von der Nordsee nach dem Schwarzen Meere, welche durch die Verbindung mehrerer Ströme und Flüsse gebildet ist. Von dem verstorbenen Königl. Preufs. Geheimen Regierungs- und Baurath *J. C. Wutzke*. . . . . — 273

Viertes Heft.

13. Nachricht von der Sprengung eines unweit Hamburg in die Elbe versunkenen Schiffes. Mitgetheilt von Herrn Wasserbaudirector *Hübbe* daselbst. — 293

14. Beschreibung des ersten Theils der Long-Island Eisenbahn auf der Insel gleiches Namens im Staate New-York in Nord-Amerika. Nebst der Berechnung der Kosten einiger anderen Amerikanischen Eisenbahnen. Vom Königlich-Preufsischen Lieutenant Herrn *Schramke*, Architekten zu New-York. . . . . — 310

15. Hydrotechnische Beschreibung der Wasserstrafse von der Nordsee nach dem Schwarzen Meere, welche durch die Verbindung mehrere Ströme und Flüsse gebildet ist. Von dem verstorbenen Königl. Preufs. Geheimen Regierungs- und Baurath *J. C. Wutzke*. Fortsetzung des Aufsatzes No. 12. im vorigen Heft. . . . . — 346

16. Inhalts-Verzeichnifs I. der zweiten zehn Bände dieses Journals. Nach den Gegenständen geordnet. . . . . — 372

17. Inhalts-Verzeichnifs II. der zweiten zehn Bände dieses Journals. Nach alphabetischer Ordnung der Namen der Verfasser . . . . . — 383

1.

Über practisch richtiges Nivelliren oder Wasserwägen.

(Von *Carl Reinhold*, Königl. Hannöverschem Geometer.)

Vorbemerkung.

Bei vielen practischen Arbeiten, besonders im Wasserbau, hat der Verfasser Dieses seit seiner Anstellung als Geometer in der Hannöverschen Seeprovinz Ostfriesland während einer Reihe von beinahe sechszehn Jahren, wie auch früher schon bei dem Emscanal-Schleusenbau und der Wiederherstellung der im Jahre 1825 durch die hohen Sturmfluthen am 3ten und 4ten Februar schrecklich zerstörten Deiche an der Nordsee und dem Emsstrome, durch eine Menge selbst ausgeführter Nivellements von Deichen, Canal- und Wege-Anlagen, deren Gesammtlänge etwa zwanzig Meilen betragen mag, bei Stromprofilirungen für Uferbauten u. s. w., zu einer nützlichen Sammlung von Beobachtungen und Erfahrungen Gelegenheiten gehabt, wie sie nicht häufig vorkommen und nicht vielen Ingenieurs und Baumeistern zum practischen Studium und zur Selbstbelehrung sich darbieten.

Es sind ihm dabei mancherlei Unvollkommenheiten, sowohl der bisher gewöhnlichen Einrichtungen der Nivellir-Instrumente, als auch der Operationsmethoden, welche die vom Nivelliren handelnden Druckschriften lehren, bemerklich geworden, deren Abhülfe, und wo möglich Verbesserung, er sich zu derjenigen Aufgabe machte, die in der vorliegenden Schrift, so weit Vollkommenheit und Sicherheit practisch möglich sind, zureichend gelöset sein wird; wie es ihm seine Überzeugung aus eigner Erfahrung hoffen und erwarten läfst.

Es dürften daher die in nachfolgender Schrift enthaltenen Resultate der Bemühungen des Verfassers seinen Kunstgenossen vielleicht nicht unwillkommen sein, und es wird vielleicht sein Wunsch und sein Bestreben, den Lesern und der angewandten Mathematik überhaupt nach Kräften practisch nützlich zu werden, vielleicht nicht ganz ohne Anerkennung bleiben.

Wie wichtig und höchst nöthig genaue Nivellements, besonders bei Eisenbahnen und Canalbauten sind, davon dürften allein schon die Beispiele

der Liverpool-Manchester Eisenbahn, welche, öffentlichen Schriften zufolge, ursprünglich nicht richtig nivellirt war, und das vom Ludwigs-Canal in Baiern, dessen Schleusen, nach öffentlichen Berichten, um etwa einen halben Fufs zu hoch im Boden gebaut worden sein sollen, was wahrscheinlich von unrichtigen Beobachtungen herrühren wird, hinreichende Beweise liefern und zur ernsten Warnung dienen, da solche Fehler der Vorarbeiten entweder sehr kostspielige Plan-Änderungen während des Baues, oder gar ein höchst schädliches und oft unabänderliches Mifslingen der ganzen Anlage zur Folge haben und, nach dem Sprichwort, *viel Lehrgeld kosten.*

Solchen Übelständen läfst sich nun durch den geschickten Gebrauch eines für eine practisch richtige Ajustirung eingerichteten Nivellir-Instruments, in Verbindung mit controlirenden Nivellirmethoden, zuvorkommen; wodurch also mitunter grofse Geldsummen erspart werden können.

Im ersten Abschnitt der hier folgenden Schrift ist das nach des Verfassers eigner Ausmittelung verbesserte Instrument und dessen Behandlung ausführlich beschrieben und durch Zeichnungen auf zwei Tafeln so detaillirt vor Augen gestellt, dafs jeder geschickte Mechaniker ein solches Niveau danach wird verfertigen, wie auch vorhandene, nach bisheriger Weise construirte Instrumente, welche sich dazu eignen, wird verbessern können, dem Nivelleur aber alle Anweisungen und Mittel zu dessen Regulirung und zu Richtigkeitsproben zu Gebote gestellt werden.

Der zweite Abschnitt, mit einer Tafel Zeichnungen, zeigt in den Paragraphen 1. bis 5. die Methode, wonach das Nivellement und die sonstige hydrometrische Untersuchung der Ems in den Jahren 1817 und 1818 unter der Leitung meines Vaters, des hiesigen Wasserbau-Inspectors ***D. Reinhold,*** und grofsentheils von ihm selbst persönlich ausgeführt worden ist. Es möge hier bemerkt werden, dafs hauptsächlich die in §. 2. und unseres Wissens noch in keiner andern Schrift beschriebene Nivellirmethode mit *Selbstcontrole* in den meisten Fällen als die beste und sicherste Operationsweise zu empfehlen sein dürfte, insofern die Arbeit *nur von einem* Nivelleur mit seinen Tableauführern und sonstigen Gehülfen geschieht; wie es am wenigsten kostspielig ist. Werden aber die Ausgaben und Geld-Opfer eines grofsen, aus lauter sachkundigen Ingenieurs bestehenden Personals nicht gescheut und gespart, und wird möglichst grofse Schnelligkeit der Ausführung verlangt, so liefert dazu die in den Paragraphen 6. etc. beschriebene Nivellementsmethode, welche im Königreiche der Niederlande auf eine grofsartige Weise, zwar mit ausgezeichneter Präci-

sion, aber auch mit sehr hohen Kosten ausgeführt worden ist, und aus dieser Ursache wohl schwerlich allgemein anwendbar sein dürfte, ein Beispiel; welches sonst, nach Bedürfnifs modificirt, sehr empfehlenswerth ist.

Obige beiden Exempel von wirklich ausgeführten Nivellements sind hier vorzugsweise deshalb gewählt, weil sie umfassender und also lehrreicher sind, als die vom Verfasser selbst gemachten Nivellirungen, und weil ihm die Materialien dazu aus den handschriftlichen Notizen seines Vaters zur Benutzung vorlagen, die Holländischen Druckschriften aber, aus welchen das andere Beispiel entlehnt ist, in Deutschland weniger bekannt sind, als sie es zu sein verdienen.

Eine freundliche Aufnahme und Nutzanwendung, wie nicht minder eine gerechte Beurtheilung und Berichtigung etwa vorhandener Mängel durch competente Sachkenner, wird den Werth oder Unwerth der in dieser Schrift enthaltenen Mittheilungen bekunden; woraus dann der Mühe Lohn sich von selbst ergiebt.

Erster Abschnitt.

Beschreibung des verbesserten Nivellir-Instrumentes mit Fernrohr und Röhrenlibelle.

Die Wasserwage oder das Niveau ist für die Technik unstreitig eines der wichtigsten Instrumente und bei den meisten hydrotechnischen Untersuchungen, so wie bei dem Baue der Eisenbahnen u. s. w. unentbehrlich; weshalb jede Vervollkommnung dieses Werkzeuges Aufmerksamkeit verdient.

Die einfachste Form, in welcher die Alten sich der Horizontalwage bedienten, und wie sie *Vitruv* in seinem Werke über die Baukunst beschreibt (S. die Übersetzung dieses Werkes von *August Rode,* Leipzig 1796, Bd. 2. Stes Buch, 6tes Capitel, Seite 169, wonach die alten Römer drei Arten von Nivellir-Instrumenten hatten, nemlich 1., mit Visiren (dioptrae), 2., die Wasserwage (libra aquaria) oder Canalwage, und 3., die Grundwage oder Setzwage (chorobates) mit Richtscheit und Bleischnur), finden wir noch jetzt in der von unsern Bauhandwerkern fortwährend gebrauchten *Setzwage,* nämlich dem

Richtscheit mit der rechtwinkligen Bleischnur daran. Eben so beschreibt *Vitruv* eine Wasserwage, gleichfalls aus einem Richtscheite bestehend, in dessen Oberkante eine ausgehöhlte Rinne war, die mit Wasser gefüllt wurde, um daran die Wagerichtigkeit des Lineals zu erkennen.

Bei der fortschreitenden Ausbildung der Mathematik und dem erweiterten Bedürfnifs nivellitischer Operationen von gröfserem Umfange und mehrerer Genauigkeit mag das letztgenannte Werkzeug vielleicht Veranlassung zu der Erfindung der jetzt noch gebräuchlichen Wasserwage gegeben habe, welche unter dem Namen Canalwage, Wasserkruke u. s. w. bekannt ist und deren Theorie auf dem hydrostatischen Gesetze der Horizontalität der Oberflächen homogener Flüssigkeiten in communicirenden Röhren beruht.

Keith suchte diese Wasserwage durch das von ihm erfundene Quecksilber-Niveau mit schwimmenden Dioptern zu vervollkommnen. Dasselbe mag zwar hinsichtlich der bequemeren Visirvorrichtung Vorzüge haben, aber wegen der nöthigen Ajustirung der Dioptern ist es wiederum weniger einfach und wegen der ungleichen Ausdehnung und Reibung des Quecksilbers in den lothrechten Röhrenschenkeln, so wie wegen der schwierigen Herstellung der genauen Gleichheit der Grundflächen, des Inhaltes und Gewichtes der Schwimmer etc., mancherlei Fehlern und Correctionen unterworfen und dürfte wegen der ungleich höhern Kosten verhältnifsmäfsige Vortheile gegen die eben so einfache als in ihrer Art vortreffliche Wasserwage nicht haben.

Es möge hier im Vorbeigehen eines vielleicht nicht allgemein bekannten Verfahrens gedacht werden, die Visirlinie an den Wasserspiegeln in den senkrechten gläsernen Röhrenschenkeln der Canalwage mit möglichster Schärfe zu beobachten.

Es zieht sich nemlich das Wasser vermöge der Adhäsion oder Capillarität in den beiden aufrecht stehenden Glascylindern an deren Wänden in die Höhe und bildet dadurch einen nach oben hin sich verlierenden Ring, welcher an dem obersten sich verlaufenden Rande undeutlich ist und, wenigstens in dem vom Auge entfernteren Glase, nicht so deutlich als in dem näheren Glase gesehen werden kann; was auch noch dann der Fall ist, wenn man, wie es wohl geschieht, das Wasser dunkel färbt; wodurch denn die Visirlinie *über* diesen Ring hin unsicher und an dem entfernteren Glase meistens tiefer als an dem näheren genommen und der Zielpunct unter der wahren Horizontale des Wasserspiegels gesehen wird. Das Visiren an dem obern Rande der Wasserringe, welche über dem wahren Wasserspiegel erhoben sind,

ist also trüglich, und das Färben des Wassers ist keine wesentliche Verbesserung, sondern vielmehr verwerflich, weil dadurch die Benutzung anderer Vortheile für die Richtigkeit und Schärfe des Visirens verhindert wird.

Man fülle nemlich die Röhre, nachdem die Glascylinder innen und aufsen von aller Fettigkeit gereinigt worden sind, mit reinem, klaren Wasser, am besten Regenwasser, etwa bis zur halben Höhe der Gläser. Alsdann wird auf nicht coupirtem, von Häusern und Bäumen etc. freiem Terrain der obere Wasserring dunkel sich zeigen und mit seinem *untern* Rande den wahren Wasserspiegel scharf begrenzen, indem das Wasser unter dem dunkeln Ringe ganz lichthell ist. Diese Lichtgrenzen unter den dunkeln Ringen zeigen die richtige Höhe des Wasserstandes in beiden Cylindern an, und die Visirlinie neben diesen, in gleicher Höhe vor das Auge gebrachten Wasserspiegeln giebt die wahre Horizontale nach dem Mittelpuncte der Zielscheibe. Steht aber die Canalwage neben Häusern, Deichen oder Bäumen u. s. w., so spiegeln sich diese Gegenstände in den Glascylindern, wenn dieselben perpendiculair stehen, und die Scheidelinie zwischen dem hellen Wasser und den dunklen Ringen wird durch den Schatten der Bilder bis zur Undeutlichkeit verdeckt. Man neige dann die ganze Wage, und zwar abwärts von der Lichtseite nach dem beschattenden Gegenstande hin, soweit seitwärts, bis sich in den, nun aufser dem Loth stehenden Cylindern, neben der Schattenseite ein heller Lichtstreifen zeigt, über welchem wieder ein Theil des dunkeln Ringes sichtbar wird und die Visirlinie wie auf freiem Terrain beobachtet werden kann. (Taf. I. Fig. 1. *a.*)

So einfach und leicht zu behandeln nun aber auch die Wasserwage ist, und so wenig sie subtiler Correctionen bedarf, so sind doch auch die Mängel der Genauigkeit und des raschen Operirens daran nicht zu verkennen. Das Auge soll gleichzeitig drei verschieden weit entfernte Puncte, die der beiden Wasserspiegel und der Zielscheibe, beobachten: und das ist ohne Umstellung der innern Sehwerkzeuge nicht möglich. Es kann also auch momentan nur ein einziges Object von gewisser Entfernung ganz klar aufgefafst werden, während die andern, nähern oder fernern Puncte kein deutliches, sondern nur ein mehr oder weniger verwaschenes Bild geben; wobei dann selbst die beste Sehkraft auf die Dauer ermüdet und geschwächt werden mufs, und was die Genauigkeit, schon selbst bei sehr kurzen Stationen, sehr vermindert; noch mehr aber bei weiteren Entfernungen der Zielscheibe, wo die Schärfe des Sehens für das unbewaffnete Auge abnimmt.

Wegen der Nothwendigkeit nur geringer Entfernungen des Objects

von der Wasserwage, welche für sehr gute Augen höchstens 10 Ruthen oder 100 Fufs, für einigermaafsen zuverlässige Resultate aber nur die Hälfte betragen darf, ist das Nivelliren mit der Canalwage langsam und zeitraubend; und bei unruhigem Wetter, selbst schon bei gelindem Winde, während einer nicht geringen Zahl von Tagen im Jahre; oft ganz unthunlich, da erfahrungsmäfsig das Schwanken und Zittern des Wassers in den Cylindern auch durch feste Stative, selbst unter dem Schutze eines Zeltes, in windigem Wetter nicht ganz sich verhindern läfst. Dagegen ist die Wasserwage auf moorigem, elastischem Boden, bei ruhiger Luft und kurzen Stationen, feineren Instrumenten vorzuziehen, indem sich letztere durch das Gewicht des Beobachters mit dem sinkenden Boden aus der Horizontale neigen; was bei dem Wasserspiegel nicht der Fall ist.

Noch ist hier zuvörderst eines sehr sinnreichen und einfachen Nivellir-Instruments zu gedenken, welches in neuerer Zeit von dem Obrist-Lieutenant im französischen Geniecorps, Hrn. *Burel* erfunden und unter dem Namen „*Niveau-reflecteur*" (Spiegelniveau oder Rückstrahlungslibelle) bekannt geworden ist, und für welches die Gesellschaft zur Beförderung der Künste in Paris dem Erfinder am 21ten Mai 1828 eine goldene Denkmünze zuerkannt hat. (S. „Handwerker und Künstler" vom April 1829 No 77., Beschreibung und Abbildung daselbst.) Die Einrichtung dieses Niveaus beruht darauf, dafs wenn ein Planspiegel senkrecht steht, das Auge des Beobachters und das zurückgeworfene Bild des Auges in einer und derselben Horizontale liegen. Ich habe zwar noch kein wirkliches Nivellement mit diesem Instrumente gemacht, aber durch Versuche mit Spiegeln mich überzeugt, dafs dasselbe vorzügliche Dienste leisten müsse und sehr leicht zu ajustiren sei, während es, bei seinem geringen Umfange, in der Tasche sich fortbringen läfst. An Schärfe dürfte es die Wasserwage übertreffen, da hier die Visirlinie durch die *doppelte* Entfernung des Auges von dessen Spiegelbilde bestimmt wird und gleichzeitig nur *zwei* Puncte, nemlich der im Spiegel und der an der Zielscheibe, zu beobachten sind. Aber auch hier ist wieder, obwohl in geringerem Maafse, die Umstellung des unbewaffneten Auges für zwei verschieden weit entfernte Objecte, so wie die Beschränkung der Operation auf kurze Distanzen nöthig. Diese Mängel werden nur durch Instrumente mit Fernröhren gehoben, welche die zu beobachtenden Gegenstände angemessen vergröfsern und das Bild des Objects in die Ebene des Visirs (des Fadenkreuzes) vor das Auge stellen; wo dann beide, in scheinbar *gleicher* Entfernung, an einer und derselben Stelle deutlich und scharf gesehen werden.

Das Niveau mit Röhrenlibelle und Fernrohr.

Dasselbe hat ohne Zweifel den ersten Rang unter allen bisher bekannten Nivellirwerkzeugen, wegen der möglichst vollkommenen Genauigkeit seiner Leistungen, und hinsichtlich der Empfindlichkeit der Wage sowohl, als der Schärfe der Visirvorrichtung. Die ursprüngliche Einrichtung dieses Instrumentes hat zwar schon mancherlei Abänderungen und Zusätze für Nebenzwecke erfahren, es sind indessen Complicationen der Erfahrung gemäfs nur selten Verbesserungen. Der wahre Werth eines Instruments besteht nicht in *vielerlei* mangelhaften Leistungen, sondern in der möglichsten Vollkommenheit seiner *Hauptleistung;* auch insbesondere bei dem Niveau.

Eine *absolute* Vollkommenheit eines Instrumentes kann nun zwar gedacht und *theoretisch* nachgewiesen werden, aber sie ist practisch nur näherungsweise, bis zum Verschwinden der für das Auge noch wahrnehmbaren Fehler, erreichbar. Ginge auch ein Werkzeug völlig fehlerfrei aus der Hand des Künstlers hervor, so bliebe es doch immer der Abnutzung und zufälligen Beschädigungen unterworfen, welche Unrichtigkeiten und Fehler zur Folge haben, falls dergleichen nicht erkannt und vermieden oder verbessert werden können. Deshalb darf der ausübende Geometer sich nie ganz auf die Richtigkeit seiner Instrumente verlassen, sondern mufs selber sie prüfen und die Mängel zu beseitigen im Stande sein. Dazu aber sind Vorrichtungen nöthig, mittelst welcher sich jede zweckdienliche Ajustirung bewerkstelligen läfst. Es wird also nur dasjenige Instrument das *bessere* genannt werden können, welches, bei übrigens gleichen Leistungen, auch der vollkommeneren *Correction* durch seine Einrichtung fähig ist.

Von diesem Gesichtspuncte ausgehend, ist es der Zweck vorliegender Abhandlung, eine von dem Verfasser ausgemittelte Einrichtung des Niveaus mit Fernrohr und der Röhrenlibelle, welche diese Bedingungen erfüllt, so wie deren practische Ausführbarkeit darzuthun und ihren Werth und Nutzen nachzuweisen. Es ist mittels der hier zu beschreibenden Verbesserung des Instruments eine so vollkommen genaue Correction möglich, als nur die Empfindlichkeit der Libelle sie zuläfst; und zwar ohne äufsere Hülfsmittel, als z. B. eine stillstehende Wasserfläche, Einwägung von Höhenpuncten in dem Umfange einer geschlossenen Figur u. s. w.; welche Hülfsmittel sonst bei den gewöhnlichen Einrichtungen des Niveaus nicht entbehrt werden können und die, wie stillstehendes Wasser in erforderlicher Ausdehnung, öfters nicht an-

zutreffen sind, jedenfalls aber viel Zeit erfordern und doch nur weniger Genauigkeit gewähren.

Es würde zu weitläuftig sein, die verschiedenen bisherigen Einrichtungen des Niveaus und die darauf beruhenden Correctionen desselben ausführlich zu beschreiben. Es wird also eine allgemeine Bekanntschaft mit diesem Instrumente hier vorausgesetzt. Wir wollen nur Dasjenige hervorheben, was die Mangelhaftigkeiten und deren Beseitigung betrifft und was zur deutlichen Verständlichkeit der zu beschreibenden neuen Einrichtung nöthig sein dürfte.

Unter andern zeichnet sich diejenige Construction des Niveaus aus, welche, mancher Vorzüge wegen, in den letzten Zeiten am meisten den Beifall der Practiker erhalten hat und deren weitere Vervollkommnung hier beabsichtigt wird. Wir wollen die Grundsätze dieser Einrichtung in der Kürze darlegen.

Ein Fernrohr von angemessener Vergrößerungskraft oder Schweite hat an den beiden Lagerstellen zwei metallne Ringe, von welchen vorausgesetzt wird, dafs sie völlig gleich oder congruent sind. Wird nun das in diesen Ringen befestigte Fernrohr auf den Lagern des Stativs um seine Axe gedreht, so wird sich die durch ein Fadenkreuz bestimmte Visirlinie nach einem unbeweglichen Zielpuncte hin durch die Stellung des Fadenkreuzes mit der mechanischen oder körperlichen Axe des Fernrohrs in Übereinstimmung bringen lassen, mithin parallel mit den Tangentiallinien der äufsersten Kreise beider Ringe sein. Man nennt dies das Centriren des Fernrohrs. Ist das Lager, und folglich die untere Basis der Ringe, horizontal, so ist auch die denselben parallele optische Axe oder Visirlinie des centrirten Fernrohrs eben so genau wasserpafs, (abgesehen von der Strahlenbrechung und Erdkrümmung).

Mit diesem Fernrohre ist eine gläserne Röhre, die Libelle, verbunden, deren obere Seite oder Rücken ein Bogenstück eines grofsen Kreises ist. Der Glascylinder ist gröfstentheils mit einer tropfbaren Flüssigkeit (Weingeist) gefüllt, über welcher eine Luftblase den obern Raum einnimmt. Diese Luftblase verändert ihren Ort nicht, wenn man der Libelle in einer horizontalen Ebene beliebig verschiedene Richtungen giebt. Solches gilt also auch von dem Umlegen des Fernrohrs mit der daran festen Libelle in den horizontalen Ringlagern der Trag-Arme des Stativs nach entgegengesetzten Richtungen. Die Lager sind beide in einer Horizontale, wenn die Libellenblase beim Umlegen des Fernrohrs ihre vorige Stelle behält; und alsdann mufs auch die dem Lager parallele Visirlinie nothwendig horizontal sein.

Allein die supponirte absolute Gleichheit der beiden Ringe, sei es an neuen oder an alten abgenutzten Instrumenten, darf, wie schon gesagt, von dem Nivelleur nicht unbedingt als richtig angenommen, sondern mufs geprüft und der etwaige Fehler mufs berichtigt werden können. Und dies kann nicht mittels der am Fernrohre festen und nur mit einer Stellschraube *s* (Taf. I. Fig. 1.) versehenen Libelle allein, ohne äufsere, oben angedeutete, nur dem Künstler in seiner Werkstätte zu Gebote stehenden Hülfsmittel geschehen. Die Correction ist also unvollkommen. Denn ist das Lager *aa* und der Stand der Libelle *b* auch horizontal, die Gröfse der Ringe *c'* und *c''* aber ungleich, z. B. der dem Objectivglase *g* nächste Ring *c''* der gröfsere, so wird die obere Lagerlinie *dd* der Ringe von der untern Horizontale *ee* aufwärts abweichen: die optische Axe oder Visirlinie *ff* durch die Centra der Ringe wird also ebenfalls, und zwar um die Hälfte der Divergenz abweichen, folglich das Instrument unrichtig sein. Umgekehrt wird die Visirlinie in gleichem Maafse sich unter die Horizontale neigen, wenn der gröfsere Ring dem Ocularglase zunächst sich befindet.

Dieser Fehler der Ungleichheit der Ringe wird noch um so gröfser, wenn die Ringe nicht mit dem untersten Puncte ihrer Peripherie auf einer flachen Ebene, sondern, wie es meistens der Fall ist, in gabelförmigen oder runden Lagern ruhen; denn ist die eine Lagergabel *acb* (Fig. 2.) spitzwinkliger als die andere *dce,* und hat der gröfsere Ring *f* zuvor in der stumpfwinkligen weitern Gabel *dce* gelegen, so wird er beim Umlegen in dem spitzeren, engeren Lager *acb* um so mehr zu hoch liegen, während der kleinere Ring *g* in der weiteren Winkelgabel *dce* sich in gleichem Maafse tiefer senkt; wodurch also die Fehler noch multiplicirt werden; so dafs dann weder die Horizontalität der Lager, noch die der Visirlinie, durch den wagerechten Stand der Libelle angezeigt werden kann.

Auch die hohlen kreisförmigen Lager sind ähnlichen Fehlern unterworfen, weil ungleiche Ringe nicht in gleiche Lager passen können, und auch weil das Fernrohr durch irgend einen Seitendruck an der Stelle des einen Ringes in der Peripherie des Lagers höher hinaufgeschoben und festgehalten werden kann, während der andere Ring an dem tiefsten Puncte lagert.

Daraus geht denn hervor, dafs die Lagerstellen *K', K''* (Taf. II. Fig. 3.) der Ringe *y, y* horizontale *Ebenen* sein müssen, während die Seitenwände *K', K'''* am füglichsten vertical stehen, um jene Fehler zu vermeiden. Die feste Lage

des Fernrohrs kann durch Federdruck und Schrauben *r*, von der einen Seite und von oben herab, gesichert werden.

Eine andere Einrichtung dieses Niveaus, welche ebenfalls auf der völligen Gleichheit zweier Ringe am Fernrohre beruht, hat hinsichtlich der Correction noch gröfsere Mängel.

Die beiden Ringe *a, a* (Taf. I. Fig. 3.) nemlich, von deren Gleichheit die Richtigkeit des Instruments hauptsächlich abhängt, und deren Peripherie-Centra, wie oben gezeigt, nothwendig vollkommen in der optischen Axe des Fernrohrs liegen müssen, ruhen hier *nicht* auf den Lagern *b, b* der Träger, sondern sind neben denselben am Mitteltheile des Fernrohrs angebracht, wogegen die Hülse *c c* des Fernrohrs selbst in jenen Lagerpfannen *b, b* ruht. Wenngleich nun hier das Fernrohr in der Art centrirt werden kann, dafs die optische Visirlinie *d d* mit der körperlichen Axe der Hülse *c c* in den Lagern zusammentrifft, so ist doch jetzt die Frage, ob die Hülsen-Axe des Fernrohrs auch mit der Central-Axe der Ringe übereinstimme; und dies läfst sich nicht wohl untersuchen, ohne die Ringe *a, a* mit dem Fernrohre in besondern Lagern um ihre Axe zu drehen; was bei dieser Construction nicht angeht. Anstatt dafs bei dem vorhin beschriebenen Niveau das ganze Fernrohr sammt der Libelle in den Lagern umgelegt werden mufste, ist hier jetzt die Libelle beweglich; sie kann umgewendet, und ihre Fufspuncte *e, e* können auf den zwischen den Lagern *b, b* freiliegenden Ringen *a, a* gewechselt werden; worauf dann zwar beim Einspielen der Luftblase in der Röhre *f* die Horizontalität der Oberkante *g g* an den beiden Ringen *a, a* zu erkennen, aber keinesweges der Parallelismus der Visir-Axe *d d* mit jener Horizontale *g g* erwiesen ist, weil das Fernrohr nicht in Bezug auf jene Ringe centrirt werden konnte.

Es ist also diese letztere Construction des Niveaus noch mangelhafter, als die erstere. Eine Correction ist hier noch weniger ohne äufsere Nebenhülfe, und nur dadurch möglich, dafs mittels der Stellung des Fadenkreuzes, ohne weiteres Centriren des Fernrohrs, die Visir-Axe *d d* mit der Horizontale der Libelle *f*, oder umgekehrt diese mit jener, parallelisirt wird. Überdies ist das Umlegen der Libelle in ihren Fufspuncten eigentlich ohne Nutzen. Sie könnte ebensowohl mit einer Stellschraube an dem Fernrohre befestigt sein.

Werden nun aber die beiderlei vorbeschriebenen Einrichtungen des Niveaus *mit einander verbunden:* läfst man nemlich das Fernrohr, mit seinen beiden gleichen Ringen, in den Lagern und wiederum auf den Ringen die Libelle mit ihren Fufspuncten ruhen (man sehe Taf. II. Fig. 1. und 3.), so dafs

das Fernrohr und die Libelle, jedes für sich und unabhängig von einander, ihre Lage rück- und vorwärts ändern und wechseln können: so ist eine genaue Untersuchung der Gleichheit der Ringe und dadurch die vollständige Correction des Instruments möglich.

Und auf dieser eben so einfachen als leicht ausführbaren Einrichtung des Niveaus beruht das Princip der beabsichtigten Verbesserung und Vervollkommnung; wie es im Nachfolgenden gezeigt werden wird.

Man wolle nicht einwenden, dafs gleichbleibende Instrumentenfehler unschädlich seien, indem sie beim *Nivelliren aus der Mitte der Station* compensirt werden. Denn oft kann das Instrument in der Mitte nicht aufgestellt werden, ohne die Stationen abzukürzen; auch sind häufig Nebenpuncte zu beobachten; welches wieder aus der Mitte geschehen müfste u. dergl. m.; durch welches Alles aber Zeit und Geld verloren geht. Es ist genug, dafs durch das Nivelliren aus der Mitte der Einflufs der Strahlenbrechung etc. aufgehoben wird, welche, obgleich für eine einzelne Station unbedeutend, doch bei längern, meilenlangen Strecken mit in Anschlag kommen mufs. Überhaupt aber wird jeder Practiker anerkennen, dafs unrichtige und fehlerhafte Instrumente nie gehörige Sicherheit gewähren, und dafs nur mit möglichst vollkommenen Werkzeugen zuverlässige und genaue Resultate mit der wenigsten Mühe in der kürzesten Zeit erzielt werden können.

Der erste und wichtigste Theil am Niveau ist *die Röhrenlibelle,* von deren Beschaffenheit und Zurichtung die Genauigkeit der Leistungen des Instruments hauptsächlich abhängt. Es wird also zunächst zu untersuchen sein, auf welchem Grunde die Leistungen der Libelle und die darauf zu stützenden Beobachtungen beruhen; woraus sich ergeben wird, wie die Richtigkeit der Libelle von dem Geometer geprüft und von ihm allein mit Hülfe des Nivellir-Apparats graduirt und ajustirt werden könne, ohne dazu der, den Mechanikern in ihren Werkstätten zu Gebote stehenden Hülfsmittel zu bedürfen.

Man stelle sich eine völlig kreisrunde, hohle (gläserne) Scheibe (Taf. I, Fig. 4.) vor, welche, aufser dem gröfsten Theile ihrer Füllung mit einer tropfbaren Flüssigkeit, z. B. Wasser oder Weingeist, einen kleinen Raumtheil Luft enthält: so nimmt die Luft den höchsten Raum *a* in der Scheibe ein, während das Wasser, zunächst unter derselben, nach hydrostatischen Gesetzen eine horizontale Ebene *bb* bildet. Ist der Inhalt der Luftblase sehr geringe, und stehen die Wände der Scheibe nahe beisammen, so scheint der Wasserspiegel *nicht eben* zu sein, sondern die Luftblase bildet darin eine Höhlung; was da-

von herrührt, dafs sich die Flüssigkeit vermöge der Adhäsion und sogenannten Capillar- oder Haarröhrchen-Kraft an den Gefäfswänden über die eigentliche Wasserfläche *bb* in die Höhe zieht und einen Rand *cc* bildet, welcher um so höher ist, je näher die Gefäfswände beisammen sind; weshalb denn der Wasserrand an dem schmalen Kreisrande bei *c* und *c* am höchsten sich zeigt und so statt einer geraden eine gebogene Randlinie über dem Wasserspiegel *bb* bildet. Dieses läfst sich mittelst einer runden, flachen Taschenflasche leicht versinnlichen. Ist das Gefäfs symmetrisch geformt, so wird der Wasserrand an je zweien, einander gegenüberliegenden Puncten, wie bei *c* und *c*, gleiche Höhe haben und daher eine Linie dd_1 durch dieselbe mit dem wahren Wasserspiegel *bb* parallel und folglich horizontal sein. Alles dies läfst sich leicht auch auf eine hohle, gekrümmte Röhre, wie die Libellen es sind, ohne weitere Erklärung anwenden.

Da nun eine Wasserfläche überall und, wie bemerkt, auch der Capillarrand derselben an den einander symmetrisch entgegengesetzten Puncten gleich hoch steht, und diesen Stand immer wieder einnimmt, wenn man die Lage des Gefäfses gegen die Horizontale verändert, nemlich einen höheren Punct *a* nach *f* senkt und einen tieferen Punct bis *a* hebt, so verläfst in diesem Fall der Wasserspiegel mit der darüber befindlichen Luft seinen vorigen Ort *cc* am Kreisrande, wenn dieser um die wagerechte Axe seines Mittelpunctes *e* gedreht oder auf einer Ebene *AB* fortgerollt wird. Ist dann der Kreisrand in Grade getheilt, so giebt der durchlaufene Bogen *af* des Wasserspiegels die Gröfse des Centriwinkels *a* an, um welchen die Kreisscheibe gedrehet wurde. Wenn z. B. ein Kreis von 1800 Fufs oder 259 200 Linien Umfang um einen Verticalwinkel von 5 Secunden gedrehet wird, so verändert die Luftblase ihre Stelle um eine Duodecimallinie, als den 259 200ten Theil der Peripherie; denn ein Winkel von 5 Secunden ist ein gleicher Theil von 360 Graden. Ist die Kreisscheibe in ihrer horizontalen Axe *CD* oder in irgend einer mit derselben parallelen Sehne *EF* durch eine gleichfalls wasserflache Ebene *AB* fest unterstützt, so kann eine Drehung derselben um ihre verticale Axe *aeg*, oder, was dem gleich ist, die Ortsveränderung der Fufspuncte *A* und *B* jener gleich hohen oder langen Stützen *AC* und *BD* auf deren horizontalen Grund-Ebenen eine Ortsveränderung des Wasserspiegels und der Luftblase darüber *nicht* zur Folge haben, weil die Unterstützung der Kreisscheibe alle Puncte derselben in der vorigen Höhe erhält, und daher der Wasserspiegel nach hydrostatischen Gesetzen seinen horizontalen, also der Unterstützungsfläche parallel bleibenden Stand nicht verändern kann und folg-

lich gleichfalls in seiner früheren Lage und Höhe beharren mufs. Wenn daher der Wasserspiegel in einer so unterstützten Scheibe seinen anfänglichen Ort nicht verläfst, während die Fufspuncte auf einer ebenen Fläche oder geraden Linie ihre Stellen verändern oder wechseln, so ist auch eine solche Fläche oder Linie dem Wasserspiegel parallel, mithin gleichfalls horizontal. Aus diesen Vorandeutungen folgt, dafs zur Erlangung einer Horizontallinie mittels eines solchen kleinen Wasserspiegels unter der Luftblase in einer Scheibe nicht der ganze Umkreis derselben vorhanden zu sein braucht, dessen Peripherie zur Beobachtung eines Neigungswinkels gegen die Horizontale von 5 Secunden schon 1800 Fufs betragen würde, wenn die Blase um eine Linie abweichen soll; für einzelne Secunden würde die Peripherie das fünfmal gröfsere Maafs von 9000 Fufs haben müssen. Für den Zweck des Nivellirens reicht blofs das Stück eines solchen, nach Maafsgabe der verlangten Genauigkeit kleineren oder gröfseren Kreises von obigem Umfange hin, an welchem die ganze Abweichung der Blase nur einen bis zwei Zoll beträgt und etwa den Neigungswinkel von einer halben bis höchstens einer Minute angiebt.

Solche Bogenstücke von 6 bis 9 Zoll Länge werden nun am bequemsten in Gestalt einer gläsernen, überall gleich weiten, runden Röhre (Taf. I. Fig. 5. *a.*) verfertigt, deren innere Wände anfangs gerade sein mögen, aber durch sorgfältiges Ausschleifen an der obern Seite oder dem Rücken, wo die Luftblase $\alpha\beta$ spielt, nach dem Bogen eines bestimmten Kreises concav, an der unteren Seite convex gemacht werden, damit die innere Weite von einem bis zum andern Ende sich gleich bleibe; was zur Vollkommenheit dieser Röhrenlibellen erforderlich ist: denn hätten dieselben z. B. die Gestalt eines Fasses (Fig. 5. *b.*), so würde die Blase $\alpha\beta$ bei Abweichungen nach den Seiten hin, in den engeren Theilen des Fafsraumes, an den Enden bei C und D sich der Länge nach mehr ausdehnen, als in der Mitte des weiteren Bauches zwischen α und β, wenn auch gleich der Bogen des Rückens eine vollkommen gleichmäfsige Krümmung hätte, deren Prüfung dann im letztern Falle unrichtig sein würde; wie sich weiterhin zeigen wird.

Solche Libellen nun werden mit Weingeist gefüllt, bis auf eine zwei Zoll lange Luftblase $\alpha\beta$; darauf werden die Enden der Röhre hermetisch verschlossen.

Zuvörderst kommt es nun auf die Ausmittelung der Empfindlichkeit, d. h. des Genauigkeitsgrades der Libelle an, der von der gröfsern oder kleineren Krümmung des Bogens an dem obern Theile oder Rücken der Glasröhre

abhängt, unter welchem die Blase spielt, oder mit andern Worten, von der Gröfse des Centriwinkels, welcher jenem Bogen angehört.

Die Empfindlichkeit der Libelle mufs der Vergröfserung des Fernrohrs entsprechend und weder zu grofs noch zu geringe sein, damit im erstern Falle die Feinheit der Stellung des Instruments keinen zwecklosen Zeit-Aufwand verursache, im andern aber auch die Richtigkeit der Beobachtung durch die sogenannte Trägheit der Libelle nicht leide. Es möge dies durch ein Beispiel erläutert werden.

Das Fernrohr soll 25mal vergröfsern: so wird in einer Entfernung des Objects oder der Zielscheibe von 25 Ruthen die scheinbare Nähe desselben nur eine Ruthe betragen und bis zur Differenz einer Linie mit Sicherheit beobachtet werden können. Nun habe der Rücken der Libelle eine Scale, welche in Duodecimallinien getheilt ist; dieselbe werde, mit dem Fernrohr verbunden, einer Zielscheibe in der Entfernung von 25 Ruthen gegenübergestellt und die Visirlinie des Fernrohrs auf das Centrum der beweglichen Zielscheibe nach augenmafslicher Horizontalität gerichtet; sodann werde das Fernrohr sammt der Libelle mittels der Stellschrauben des Stativs entweder deprimirt oder elevirt, bis die Blase einen Bogen von 3 Zoll in der Libelle durchlaufen hat. Danach wird die mit der zweiten Visirlinie übereinkommend gestellte Zielscheibe den Höhen-Unterschied beider Beobachtungen angeben. Dieser Höhen-Unterschied ist nun gleich der Sehne des Bogens von 25 Ruthen Halbmesser und kann, der Unmerklichkeit des Unterschiedes wegen, dem Bogen gleich gerechnet werden. Wenn dieser Bogen ebenfalls die durchlaufene Länge der Libellenblase von 3 Zollen oder etwa den 7540ten Theil seines Vollkreises beträgt, so ist der Elevationswinkel beider Visirlinien und der diesem gleiche Centriwinkel des Bogens der Libelle etwas kleiner als 3 Minuten; so dafs der Ausschlag der Libellenblase um *eine* Linie den Winkel von etwa 5 Secunden angiebt.

Obige Annahme, dafs der Höhen-Unterschied des Zieles für die bestimmte Sehweite des Fernrohrs eben so viel betrage, als das Maafs der Ortsveränderung der Libellenblase, kann füglich als Regel gelten, indem alsdann die Empfindlichkeit der Libelle mit der Genauigkeit der Sehweite des Fernrohrs correspondirt und etwaige Abweichungen und Fehler mit einander übereinstimmen. Wenn z. B. nach der Beobachtung die Luftblase durch zufällige Verrückung des Instruments einen Ausschlag von 2 Linien der Scale nach vorn hin gemacht haben sollte, so weifs der Beobachter, dafs die Visirlinie ebenfalls um 2 Linien zu hoch auf die Zielscheibe gerichtet gewesen sei,

und kann dieses Maafs von der beobachteten Tableauhöhe abziehen, ohne das Niveau zum zweitenmale zu richten.

Nach Winkeln berechnet würde die Libelle für jede 5 Secunden, bei einer Entfernung von 25 Ruthen, einen Ausschlag von etwa einer Duodecimallinie geben müssen; und wenn gleich es auch beim Nivelliren nicht auf Winkelmessungen unmittelbar ankommt, so kann dies doch für sehr kleine Elevationen mitunter von wesentlichem Nutzen sein; was um so weniger aufser Acht zu lassen ist, da das Niveau dazu keiner andern besondern Abänderung und Einrichtung bedarf, als dafs die Grade der Libellenscale gewisse Winkel angeben; welche Eintheilung nach ähnlicher Art, wie vorhin beschrieben worden, zu machen ist. Z. B. das Fernrohr vergröfsere 50mal, und die Libelle gebe, nach dem vorhin angenommenen Maafsstabe ihrer Empfindlichkeit, für jeden Winkel von 2 bis $2\frac{1}{2}$ Secunden einen Ausschlag von etwa einer Linie, so wäge man bei augenmafslich horizontalem Stande des Niveaus eine Zielscheibe auf 50 Ruthen Entfernung ein, beobachte den ganzen Neigungswinkel, so grofs als ihn der Spielraum der Blase nach der Länge der Libellenröhre zu nehmen gestattet, und bezeichne diesen Ausschlag der Blase an der Scale. Aus dem Maafse der Sehne jenes Neigungswinkels, welches sich durch die Höhendifferenz am Tableau ergiebt, und dem Kreisradio von 50 Ruthen der Visirdistanz, läfst sich dann der Winkel nach Bogensecunden berechnen und die gefundene Anzahl der Secunden mit dem Zirkel innerhalb des von der Blase durchlaufenen Raumes oder Ausschlages auf der Scale der Libelle eintheilen; worauf dann je 2 Secunden etwa eine Linie Bogenlänge haben werden. Diese Eintheilung der Scale mit dem Zirkel setzt aber voraus, dafs der Rücken der Libellenröhre überall die gleiche Krümmung habe, oder dafs sie ein genaues Bogenstück eines und desselben Kreises sei: denn wäre die Röhre verschieden gekrümmt, so würde die Blase an dem flacheren Bogen für gleiche Winkel gröfsere Theile durchlaufen, als an dem Bogen von kleinerem Halbmesser, und also eine gleichmäfsige Graduirung unrichtig sein.

Also auch in dieser Beziehung mufs die Libelle geprüft und, wenn ihre Biegung ungleichförmig ist, die Eintheilung der Scale danach aufgetragen werden. Dies ist auch dann, wenn nicht eine Winkelmessung beabsichtigt wird, durchaus nöthig, indem die Luftblase ihre Gröfse ändert, und länger wird, wenn der Weingeist in der Kälte sich zusammenzieht, kürzer, wenn ihn die Wärme ausgedehnt und die elastische Luft in einen engern Raum zusammendrückt. Wären nun die beiden Endpuncte der Blase (Taf. I. Fig. 6.) für die geringste

Länge derselben mit Null (0) und die folgenden Gradtheile, nach beiden Seiten hin, mit 1, 2, 3 u. s. w. bezeichnet, so mufs die Blase bei ihrer Ausdehnung stets zwischen gleichen Zahlstrichen stehen, wenn an dem Stande des Instruments nichts geändert wird.

Diese Graduirung oder deren Correction wird nun auf folgende Weise ausgeführt. Es dient dazu eine ebene Fläche, oder ein Lineal, welches am Niveau selbst durch die Lager des Trägers, auf welchen das Fernrohr mit seinen Ringen und der Libelle ruht, vorhanden ist, und dessen Lage mittels einer Schraube f (Taf. I. Fig. 7.) an dem einen und einem Charnier bei A am andern Ende gegen die Horizontale beliebig gestellt werden kann. Auf ein solches Lineal AB wird die Libelle mit ihrer Basis oder ihren Fufspuncten a und b gesetzt, und die Endpuncte α und β der Luftblase werden in der ungefähren Mitte der Röhre bezeichnet. Wenn dann die Fufspuncte verwechselt werden, so dafs a in b und b in a zu stehen kommt, so darf die Blase ihren Ort $\alpha\beta$ nicht verlassen, wenn die Linie AB horizontal ist; wie solches aus dem Obigen folgt. Allein dies wird nur selten geschehen und das Lineal AB (Fig. 8.) wird gegen die Horizontale AH geneigt sein, so, dafs, um die Blase in der Röhrenmitte $\alpha\beta$ zu erhalten, der niedriger stehende Fufs a mittels der Schraube s erhöht werden mufs, bis die Wasserlinie $\alpha\beta$ oder eine derselben parallele Bogensehne γ des Libellenrückens mit der wahren Horizontale AH ebenfalls parallel ist. Alsdann ist der Winkel abA oder w gleich dem Winkel BAH oder W. Werden nun die Fufspuncte a und b (Fig. 9.) gewechselt, so mufs die Blase nach der höhern Seite bei B über den längern Fufs a hinziehen und den Bogen eines ihm angehörigen Centriwinkels durchlaufen, welcher den beiden Winkeln w und W gleich ist. Es ist aber $w = W$, also ist $w + W = 2W$. Die Abweichung der Blase zeigt also den doppelten Neigungswinkel der Linie AB gegen die Horizontale AH an. Um daher die Linie AB horizontal zu stellen und die Blase zugleich wieder an den vorigen Ort $\alpha\beta$ zu bringen, mufs zur einen Hälfte die höhere Seite B des Lineals AB mit Hülfe der Schraube S und zur andern Hälfte der längere Fufs a mittels der Schraube s erniedrigt werden, bis die Blase in $\alpha\beta$ einspielt. Um sich zu überzeugen, ob das Lineal AB nunmehr wirklich horizontal sei, setzt man die Libelle wieder auf die ersten ursprünglichen Lagerstellen der Fufspuncte, nämlich a bei A und b bei B. Weicht die Blase alsdann noch ab, so ist AB noch nicht horizontal und der Stand $\alpha\beta$ mufs, mittels der Libellenschraube s *allein,* wieder hergestellt, die Fufspuncte müssen wie vor-

hin gewechselt und die Berichtigung zur Hälfte an der Schraube S und zur andern Hälfte an s mufs wiederholt und diese Operation so oft wiederholt werden, bis eine Abweichung der Blase von $\alpha\beta$ beim Umsetzen der Libelle nicht mehr bemerkbar ist. Es ist kaum zu erinnern nöthig, dafs wenn die Blase beim Umsetzen der Libelle, anstatt, wie vorhin angenommen, nach a abzuweichen, ein anderesmal nach b hin ausschlägt, die Berichtigung den entgegengesetzten Gang nehmen müsse, indem alsdann die Linie AB sich nach B hin unter die Horizontale neigt und in diesem Fall die Schrauben S und s jede zur Hälfte erhöht werden müssen.

Mit Hülfe einer so berichtigten Libelle läfst sich nun die Horizontalität einer jeden andern ebenen Fläche oder geraden Linie erkennen, sobald die Blase den bezeichneten Raum in der Röhre einnimmt; wozu begreiflicherweise allemal die Mitte des sichtbaren Theils der Glasröhre gewählt wird, um die Abweichungen der Blase gleich weit nach beiden Enden hin beobachten zu können.

Nunmehr kommt es auf die Eintheilung oder Graduirung der Libellenscale an.

Um zuerst zu erfahren, ob die, von der Mitte der Blase aus, einander gegenüberliegenden Bogentheile des Libellenrückens gleiche Krümmungen haben, dient folgende Probe. Man bringt eine Scale über der Libellenröhre (Fig. 10.) an, welche von den beiden Nullpuncten α und β aus, sowohl nach der Mitte M zu, als nach den beiden Enden hin, in lauter gleiche Theile (etwa Duodecimallinien) getheilt und symmetrisch mit Ziffern bezeichnet ist. Nachdem dann das Libellenlager an einem Orte, wo die Temperatur der Luft hinreichend erniedrigt werden kann, und wozu sich also besonders die Winterzeit eignet, gehörig fest und unbeweglich aufgestellt und nach einer beliebigen Gröfse der Blase $\alpha\beta$ horizontal gerichtet worden ist, erwärme man die Umgebung der Libelle, oder diese selbst, möglichst gleichmäfsig, ein wenig über die höchste Sommerwärme hinaus, etwa bis zu 30 Grad Réaum., so dafs die Blase den *kleinsten* Raum einnimmt, der beim Gebrauche des Instruments zu erwarten ist. Oder auch die Libelle werde entweder durch die natürliche Winterkälte, oder im Sommer mittels einer Frostmischung aus gleichen Theilen salpetersaurem Ammoniak, kohlensaurem Natron und Wasser (Siehe *Schubarth* Elemente der techn. Chemie Bd. I. S. 277) bis auf einige Grade unter 0, dem Gefrierpunct des Wassers, abgekühlt, so dafs die Blase den *gröfsten* beim Gebrauche vorkommenden Raum einnimmt. Legt man darauf die Libelle auf das

horizontal gestellte Lager, so mufs bei der allmäligen Abkühlung, oder, im andern Falle, durch Erwärmung der Flüssigkeit, die gröfser oder kleiner werdende Luftblase nach beiden Enden der Röhre hin immer von gleichbezeichneten Theilstrichen begrenzt sein, wenn der Rücken der Libelle von der Mitte ***M*** aus nach beiden Seiten hin gleichmäfsig gekrümmt ist. Dabei ist nicht aufser Acht zu lassen, dafs man bisweilen die Fufspuncte der Libelle in ihren Lagerstellen wechsele, indem durch den Temperatur-Unterschied möglicherweise das Lager selbst und die Hülse und Glasröhre der Libelle durch Ausdehnung und Zusammenziehung von der Horizontale abweichen kann; was durch das Umsetzen der Libelle sich ergiebt.

Eine andere Untersuchung der Gleichheit der Röhrenkrümmung ist folgende:

Man stellt die mit einer gleichtheiligen Scale bezeichnete Libelle mittels der Stellschraube ***S*** der Basis ***AB*** (Fig. 11.), so, dafs die Luftblase das äufserste Ende bei ***A*** erreicht, und zählt die Gradtheile, welche sie ihrer Länge nach einnimmt. Sodann wird durch die Schraube ***S*** die Basis bei ***B*** allmälig erhöht, bis die Blase an dem äufsersten Ende der entgegengesetzten Seite bei ***B*** steht. Während dessen beobachtet man, ob die Blase an beiden Enden α und β gleichzeitig immer dieselbe ***Menge von Theilen*** durchlaufe und an allen Orten der Röhre die gleiche Länge behalte, d. h. immer eine gleiche Anzahl von Gradtheilen zwischen ihren Grenzen α und β einschliefse. Ist dies der Fall, so sind auch die gleichzeitig durchlaufenen Bogengrade einander gleich. Es versteht sich, dafs hierbei die Temperatur gleich bleiben mufs, damit die ***Länge*** der Blase sich *dadurch* nicht ändere; was bei der Kürze der erforderlichen Zeit auch wohl angeht.

Zeigt bei den obigen Proben die Blase bedeutende Längen-Änderungen und Abweichungen von der gleichtheiligen Gradirung der Scale, so ist die Libellenröhre fehlerhaft und unbrauchbar.

Um kleine Unebenheiten unschädlich zu machen und für gleiche Neigungen der Basis gegen die Horizontale die Abweichungen der Blase nach beiden Seiten hin durch gleichzählige, wenn auch nicht unter sich gleich lange Gradtheile zu bezeichnen, kann man eine beliebige Eintheilung der einen Scalenhälfte auf die andere Seite durch Umsetzen der Libelle in ihren Fufspuncten übertragen. Es sei z. B. die Scale für den horizontalen Stand ***AB*** (Fig. 12.) von dem einen Endpuncte der Blase α nach ***A*** hin graduirt und mit 1 . 2 . 3 .... bezeichnet. Nun werde der Punct ***B*** (Fig. 13.) durch die Schraube ***S*** um so viel erniedrigt, dafs die Blase von α aus um einen Grad nach ***A*** hin abweicht.

Wird alsdann die Libelle auf dem unveränderten, um einen Grad geneigten Lager umgesetzt (Fig. 14.), so mufs nunmehr die Abweichung der Blase über β hinaus, nach A zu, dieselbe Neigung von AB angeben und ebenfalls mit 1 bezeichnet werden. Durch Wiederholung dieser Operation für alle folgenden Grade 2.3.4.... läfst sich die Scalen-Eintheilung von der einen Seite auf die andere symmetrisch richtig übertragen, so dafs die Abweichung der Blase nach beiden Röhren-Enden hin gleiche Neigungen der Basis gegen die Horizontale anzeigt.

Durch alle diese Untersuchungen erlangt man indessen noch nicht die Gewifsheit, dafs sämmtliche Grade auch unter einander gleich sind, und dafs die Abweichung der Blase um eine doppelte oder mehrfache Anzahl von Graden auch einer zweifachen oder verhältnifsgleichen Neigung der Libellenbasis gegen die Horizontale entspricht. Diese Eintheilung ist die letzte Operation, durch welche der Libelle eine bleibende Scale für den wirklichen Gebrauch gegeben wird, um nun mittels derselben auch die etwaigen Ungleichheiten der Lagerringe des Fernrohrs zu berichtigen. Hiebei ist besonders eine constante Temperatur und die davon abhängige unveränderliche Länge der Blase nöthig.

Es sei die Libelle auf dem Lager horizontal gestellt, und die Blase stehe zwischen den beiden mit 0 bezeichneten Theilstrichen. Man setze zuerst mit dem Zirkel einen willkürlichen Theil, welchem alle andern gleich werden sollen, z. B. eine Duodecimallinie, auf die Scale ab, und bezeichne denselben mit Eins (1.). Sodann hebe man die Basis bei B (Fig. 15.) durch die Schraube S so hoch, bis das Ende der Blase, nach der Seite bei β hin, den ersten Theilstrich berührt, stelle darauf mit der Libellenschraube S (Fig. 16.) die Blase auf 0 zurück und wechsele die Fufspuncte der Libelle. Alsdann kommt der verlängerte Fufs α (Fig. 17.) der Libelle auf die um ein Gleiches erhöhete Basis bei B zu stehen, wodurch die Elevation nach dieser Seite hin verdoppelt wird, mithin die Blase um das Doppelte der Gröfse des ersten Theils, über α hinaus nach a hin, abweichen mufs und den Theilstrich Zwei (2.) angiebt. Jetzt wird die Basis sammt der Libelle wieder horizontal und die Blase auf 00 zurückgestellt (Fig. 18.). Betrachtet man alsdann die beiden Theile von 0 bis 2 als *einen einzigen*, so ergiebt sich, durch eine ähnliche Wiederholung der Operation, in Beziehung auf den Theilstrich 2, abermals das Doppelte von zwei Theilen, also der Theilstrich 4 an der entgegengesetzten Seite bei β, so dafs man auf diese Weise die Theilstriche 1.2.4.8.... erhält und nach der früher angegebenen Art auf beide Seiten der Scale über-

tragen kann. Die dazwischen liegenden Theile 3 . 5 . 6 . 7 .... werden folgendermafsen gefunden. Um den Theilstrich 3 zu erhalten, erhöhe man den Fufs *a* durch die Libellenschraube *s*, bis das Ende der Blase von 0 bis 2 abgewichen ist, hebe dagegen die Basis bei *B* durch die Schraube *S* nur um so viel, dafs die Blase um *einen* Theil, also auf den Theilstrich 1 zurücktritt: alsdann wird beim Umwenden der Libelle in ihren Fufspuncten (Fig. 19.) das Ende der Blase an der andern Seite der Scale den Theilstrich 3 anzeigen, indem der ersten Erhöhung des Fufses *a* um 2 Theile nur noch eine Hebung der Basis um einen Theil hinzugefügt war. Die Verdoppelung von 3 giebt den Theilstrich 6, die Erhöhung des Fufses *a* um 4 Theile und die gleichzeitige Erhöhung der Basis bei *B* um einen Theil, so dafs die Blase von 4 nach 3 zurückweicht, treibt nach dem Umwenden der Libelle die Blase auf den Theilstrich 5; und so lassen sich alle folgenden Theilstriche mit Hülfe der vorher gemachten Eintheilungen finden; nemlich 7 aus 3 und 4, 9 aus 4 und 5, 10 aus der Verdoppelung von 5 u. s. w. Es versteht sich, dafs bei den erneuerten Operationen für jeden Theilstrich die Basis zuvor wieder horizontal und die Libellenblase auf 0 gestellt werden mufs, sowohl um Fehler im Zählen der Theile zu vermeiden, als auch um die etwaige Ausdehnung der Blase zu beobachten und das Verrücken des Instruments zu corrigiren.

Wird auf solche Weise die Theilung einer Libellenscale mit Umsicht ausgeführt und sorgfältig revidirt und corrigirt, auch mit den früher angegebenen Richtigkeitsproben über die Krümmung der Röhre verglichen, so kann jeder Fehler entdeckt und vermieden werden, und das Instrument ist alsdann ein practisch vollkommenes, welches für den Zweck des Nivellirens nichts zu wünschen übrig läfst.

Soll die Libelle auch zur Messung kleiner Verticalwinkel dienen, so kann man auf die weiter oben beschriebene Weise den ganzen Winkel ermitteln, welcher dem Bogen der Scale von 0 bis zum letzten Theilstriche angehört und, durch Division der Zahl von Theilen der Scale in die Secundenzahl des Winkels, berechnen, wie viele Secunden und Tertien etc. auf *jeden* der *gleichen* Theile kommen; was nicht geschehen kann, wenn die Theile blofs einander gegenüberliegend symmetrisch, aber nicht alle unter einander völlig gleich sind. Sollte die Division eine Bruchzahl von Secunden geben, so läfst sich die Scale durch eine neue Eintheilung, nach bekannten arithmetischen Regeln, auch für die Angabe einer beliebigen Menge von Secunden in ganzen Zahlen einrichten.

Der zweite Haupttheil des Niveaus ist *das Fernrohr* mit seinen *Lagerringen* und dem *Fadenkreuze* zur Centrirung der Visir-Axe.

Von der optischen Einrichtung des Fernrohrs, hinsichtlich der Zusammenstellung der Glaslinsen, ist für den Zweck der vorliegenden Abhandlung keine ausführliche Beschreibung nöthig; es möge nur bemerkt werden, dafs die sogenannten astronomischen Fernröhre, welche die Objectivbilder umkehren, für den nivellitischen Gebrauch unbequem sind; weswegen man sich denn zu den Niveaus vorzugsweise des terrestrischen Fernrohrs bedient, welches die Objecte in ihrer natürlichen Lage zeigt. Das Objectivglas mufs jedenfalls achromatisch sein, und sowohl der Auszug der Ocularröhre, als der des Objectivglases, ein Getriebe zum Feinstellen haben, damit sowohl zuvor die Ocularröhre zum scharfbegrenzten Sehen des Fadenkreuzes, als auch darauf das Objectivglas genau gestellt werden könne, um das Bild des Objects vollkommen deutlich in die Ebene des Fadenkreuzes zu bringen. Auch ist es sehr dienlich, dem Objectivzuge des Fernrohrs eine vorschiebbare oder aufzusteckende Sonnenkapsel zu geben, um das Objectivglas zu beschatten und die blendenden Sonnenstrahlen abzuhalten.

Das Fadenkreuz ist entweder auf einem Planglase mittels Flufsspathsäure eingeätzt, oder aus feinen Spinngewebefaden auf einen leeren Rahmen gespannt. Erstere Anordnung hat den Nachtheil, dafs das Object durch die Brechung und theilweise Zurückwerfung der Lichtstrahlen auf der Fläche des Planglases weniger deutlich erscheint. Dies ist bei dem Kreuze aus Spinnenwebe nicht der Fall; dagegen aber kann sich hier an den Faden mit der Zeit Staub ansetzen, und er kann zerreifsen. Er ist indessen leicht wieder herzustellen und daher, weil er den erstgedachten Übelstand vermeidet, dem Planglase mit fixirten Kreuzlinien vorzuziehen.

Die Stellung des Fadenkreuzes (Fig. 20.) ist gewöhnlich so eingerichtet, dafs in der cylindrischen Röhre *aaaa* des Fernrohrs ein Röhre *bbbb* durch vier einander kreuzweis entgegenwirkende Schrauben *cccc* vertical und horizontal verschoben werden kann. Allein während der Ring mit dem Fadenkreuze *d* in der einen Richtung durch das erste Schraubenpaar gestellt wird, schiebt das zweite Paar denselben aus den Haltpuncten der erstern hinaus; was sich wechselsweise wiederholt und ein Schlottern und Losebleiben des Ringes zur Folge hat, also die Regulirung des Fadenkreuzes sehr verzögert.

Zur Vermeidung dieser Unbequemlichkeit kann folgende Einrichtung dienen. Die Röhre des Fernrohrs erhält an der Stelle des Fadenkreuzes einen

viereckigen Ansatz ***FGHI*** (Taf. II. Fig. 2.) mit erhabenem Rande, auf welchen Ansatz durch vier Eckschrauben *mm* (Taf. II. Fig. 1.) eine gleiche Platte mit der Ocularröhre und deren Auszug befestigt werden kann. Innerhalb des erhabenen Randes oder Leistens ***FGHI*** (Fig. 2.) ist der lose Rahmen *defg* durch die Schraube *b''*, welche in denselben eingreift und in einer bedeckten Nufs läuft, horizontal beweglich und kann, nachdem der Rahmen die gehörige Richtung erhalten hat, mittels der Schraube *b'* vollends festgestellt werden. In dem Rahmen *defg* (Taf. II. Fig. 2.) ist ein zweiter Rahmen *hikl* vertical beweglich, mittels der Schraube *c'*, welche, mit ihrer Nufs in einem verschiebbaren Riegel laufend, durch den Einschnitt des äufsern Leistens ***FG*** und durch ein rundes Loch ohne Schraubengewinde in der Seite *de* des ersten Rahmens *defg* in die Mutter des zweiten innern Rahmens *hikl* eingreift und denselben auf- und niederbewegt. Die untere Schraube *c''* läuft ebenfalls durch den Einschnitt des Leistens ***HI*** in einer Mutter des Rahmenstücks *fg*, um die Stellung des innern in dem äufsern Rahmen *defg* zu befestigen.

Auf diese Weise sind die beiden Bewegungen in der Horizontale und Verticale von einander gänzlich unabhängig und können also, eine nach der andern, zur Centrirung des Fadenkreuzes im Innern des zweiten Rahmens *hikl* mit Sicherheit und Zeitgewinn so gemacht werden, dafs eine Verrückung des Centrums nicht mehr leicht möglich ist, wenn die einzelnen Theile gehörig mit einander verbunden werden; was der Geschicklichkeit des Mechanikers anheimfällt.

Die Lagerringe des Fernrohrs repräsentiren eigentlich den ganzen Körper desselben, indem die optische Axe des Rohrs genau durch die Centra ihrer Kreise gehen mufs, deren Tangenten, als Basis der berichtigten Libelle, mit der Visirlinie des Fernrohrs parallel sein sollen, und wozu die Stellung des Fadenkreuzes dient. Diese Ringe werden, um ihre Abnutzung und Beschädigung zu verhindern, aus hartem Metall und, so weit die Kunst es vermag, von möglichst gleicher Gröfse verfertigt. Sie sollten nicht mehr als einen halben Zoll Breite haben, welches zu ihrer Haltbarkeit, bei verhältnifsmäfsiger Dicke, genügend ist.

Da die Vollkommenheit der Ringe, welche einen wesentlichen Theil vom Fernrohre des Niveaus ausmachen, lediglich von der sorgfältigen Arbeit des Verfertigers abhängt und nach dem Mechanismus des Instruments nicht ***direct*** geprüft und corrigirt werden kann, so ist es Sache des Nivelleurs, den etwaigen Fehler auszumitteln und zu berichtigen; welches, wie sich zeigen

wird, mittels der ajustirten Libelle, nach Maafsgabe ihrer Empfindlichkeit, auch völlig sich erreichen läfst, nachdem das Fernrohr centrirt worden ist. Die Centrirung des Fernrohrs geschieht mittels der Stellschrauben des Fadenkreuzes wie folgt.

Es wird die Zielscheibe, deren vier verschieden gefärbte Felder ein Kreuz bilden, in einer der Sehweite des Fernrohrs angemessenen Entfernung, und zwar in augenmafslich gleicher Höhe mit dem Niveau, aufgestellt und das noch unberichtigte Fadenkreuz mittels der Bewegungen am Stativ genau auf das Kreuz der Zielscheibe gerichtet, so dafs beider Kreuzlinien sich decken. Alsdann wird zur Berichtigung der verticalen Kreuzlinie das Fernrohr um eine halbe Umdrehung oder 180 Grad in seinen Lagern gewendet. Wenn nun die Verticale des Fadenkreuzes zur Linken von der Verticallinie der Zielscheibe abweicht, so wird durch die Schraube b'' (Taf. II. Fig. 2.) der erste Rahmen $defg$ rechts geschoben: weicht sie zur Rechten ab, nach der linken Seite hin, und zwar um die Hälfte des Unterschiedes der Abweichung, zur andern Hälfte durch die Horizontalbewegung des Stativs, wiederum auf die Verticale der Zielscheibe gerichtet. Wird darauf das Fernrohr abermals um 180 Grad in die vorige erste Lage um seine Axe zurückgedreht, und der Verticalfaden des Kreuzes deckt noch die correspondirende Linie der Zielscheibe, so ist die Berichtigung beendet; wo nicht, mufs dieselbe Operation wiederholt werden. Zuletzt, nach erfolgter Ajustirung, wird durch die Schraube b' der Rahmen $defg$ festgestellt.

Hierauf wird durch ein dem ersten völlig gleiches Verfahren auch die Horizontallinie des Fadenkreuzes mittels der Verticalbewegung des Stativs und der Schraube c' des Rahmens $hikl$ mit der Horizontale der Zielscheibe in Übereinstimmung gebracht und die Schraube c'' zur Fixirung des Rahmens $hikl$ sanft angezogen.

Wenn sodann das Fernrohr um einen Vollkreis in seinen Lagern gedreht wird, so darf das Centrum des Fadenkreuzes von dem der Zielscheibe in keiner Lage abweichen, widrigenfalls die Correction wiederholt werden mufs, bis die Abweichung der beiden Kreuzmittelpuncte von einander aufhört. Alsdann fällt die optische Axe oder Visirlinie mit der mechanischen Axe der beiden Lagerringe zusammen, und das Fernrohr ist centrirt.

Sollte auf obige Weise die beständige Deckung der Kreuzcentra beim ganzen Umdrehen des Fernrohrs um seine Axe nicht völlig erreicht werden, so ist es ein Beweis, dafs die Ringe nicht rund, sondern von ungleichen Durch-

messern, etwa elliptisch sind; was dann ein arger Fehler ist, der allenfalls zur Noth nur dadurch möglichst unschädlich gemacht werden kann, dafs das blofs in den beiden Richtungen des verticalen und horizontalen Kreuzfadens centrirte Fernrohr die demselben in den Tragstühlen einmal gegebene Lage nicht mehr ändern darf, und es kann alsdann die Visir-Axe nur in Beziehung auf diese einmal fest angenommene horizontale und verticale Lage des Fadenkreuzes mit dem horizontalen Stande der Libelle parallelisirt werden, wozu das Nachfolgende Anleitung giebt.

Ist die Libelle gehörig graduirt, und sind ihre Fufspuncte horizontal gestellt, so bildet sie mit dem centrirten Fernrohre die beiden Haupttheile des Nivellir-Instruments, welche in Verbindung mit einander auf den Lagern des mit den erforderlichen Stellungen versehenen Stativs zur Bestimmung des wahren Horizontes mit practisch vollkommener Genauigkeit angewendet werden können, insofern nur die Strahlenbrechung und Krümmung der Erd-Oberfläche dabei berücksichtigt werden; wie es bei allen derartigen terrestrischen und astronomischen Beobachtungen nothwendig ist.

Zur Erreichung obigen Zweckes hat das Niveau folgende Einrichtung. Auf den flachen Lagerstühlen *ll* (Taf. I. Fig. 21.) des Trägers *AB* liegen die mit dem Fernrohre *CD* fest verbundenen Metallringe *rr*. Auf diesen Ringen ruhen wiederum, senkrecht über den Lagern des Trägers, die gleichfalls in einer Ebene abgeflachten Füfse *ff* der Libelle *EF*. Sind nun die Ringe *rr* von völlig gleichem Durchmesser, so müssen auch deren beide Tangenten auf den Lagerflächen *ll* und unter den Fufspuncten *ff*, nemlich die Berührungslinien *tt* und *ss*, nicht nur mit einander, sondern auch mit der durch die Centra der Ringe gehenden optischen Axe oder Visirlinie des Fernrohrs parallel sein. Wird alsdann der Träger *AB* durch die Schraube *S* so gestellt, dafs die Luftblase *b* der Libelle *EF* ihren horizontalen Normalstand 0 0 einnimmt und denselben beim Umsetzen von *E* in *F* und von *F* in *E* nicht verläfst, so ist auch die Basis der Fufslinie *ss* und die damit parallele Visir-Axe des Fernrohrs *CD*, so wie die Lagertangente *tt*, horizontal oder wasserpafs, und das Niveau ist berichtigt und zum Gebrauch fertig.

Allein wenn die Ringe *rr* nicht von absolut gleicher Gröfse sind, so werden die über und unter deren verschieden grofsen Durchmessern einander gegenüberliegenden Tangenten *ss* und *tt* nach der Seite des kleineren Ringes hin convergiren, in ihrer verlängerten Richtung zusammentreffen, und einen Winkel bilden, welchen von der durch die Mitte beider Ringdiameter gehenden

Visirlinie in zwei gleiche Hälften getheilt wird, so dafs also die optische Axe des Fernrohrs den Tangenten ebenfalls nicht parallel ist, sondern gegen jede derselben die Hälfte ihrer Neigung unter einander hat.

Aber dieser Fehler, der bei den bisherigen Einrichtungen des Niveaus gar nicht einmal zu erkennen ist, läfst sich mittels der obgedachten Construction genau finden und corrigiren; womit dann die letzte, möglicherweise vorhandene Unrichtigkeit durch folgendes Verfahren beseitigt wird.

Es sei z. B. der dem Objectivglase D (Taf. I. Fig. 22.) des Fernrohrs zunächst befindliche Lagerring r gröfser als der andere bei der Ocularröhre C, und es werde die Libelle EF auf ihren Füfsen ff mit Hülfe der Stellschraube S des Trägers AB richtig eingewägt, so dafs die obere Tangente ss der Fufspuncte ff über den Ringen rr horizontal ist; so wird die untere Tangente der Lagerlinie tt nicht horizontal sein, sondern mit ss, nach W zu, convergiren und den Neigungswinkel sWt bilden, welcher durch die Visirlinie WCD des centrirten Fernrohrs halbirt wird; so dafs $sWD = \frac{1}{2}sWt$. Da nun die Lagerlinie tt über den Stühlen ll des Trägers AB, von W nach t oder von A nach B hin gegen die Horizontale Ws geneigt ist, so mufs der Lagerstuhl bei A unter dem kleinern Ringe höher sein als unter dem gröfsern bei B, damit die Libellenfüfse ff gleich hoch und wasserpafs auf den Ringen liegen können, und alsdann schliefst eine Horizontallinie wH, durch das niedrigste Lager bei w gezogen, mit der Tangente Wt ebenfalls einen Winkel WwH ein, welcher dem Neigungswinkel sWt gleich ist, so dafs $WwH = sWt = 2sWD$. Jetzt werde das Fernrohr mit der Libelle auf den Lagern ll (Fig. 23.) gewendet, so dafs das Ende D über A und C über B zu liegen kommt; das Stativ aber und die Libelle bleiben ungeändert in ihren vorigen Stellungen. Dadurch kommt der Ring vom gröfsern Durchmesser bei D, auf das um eben so viel höhere Lager bei A, und der kleinere Ring auf das niedrigere Lager bei B. Die Libellenblase mufs also aus der horizontalen Mitte nach der höhern Seite bei F hin abweichen, und zwar um so viel, als die Gröfse der beiden Winkel $sWt + twH = 2sWt$ beträgt. Nun ist der Neigungswinkel $sWD = DWt$ der Visir-Axe des Fernrohrs gegen die Horizontale, oder, was Dasselbe ist, der Winkel, welchen die Längen-Axe DCW durch die Kreiscentra der beiden ungleichen Ringe rr mit deren Tangenten sW und tW einschliefst, nemlich $sWd = \frac{1}{2}sWt$, mithin $2sWd = sWt$ oder $4sWd = 2sWt$, das heifst $4sWt + twH = 2twH$. Diese Probe der Gleichheit der Ringe giebt also den Fehler der Abweichung der Visirlinie von

der Horizontale um *viermal* so grofs an, als derselbe wirklich ist; wodurch dann die Genauigkeit der Correction um das *Vierfache* erhöht wird. Gesetzt die Libellenblase wäre bei der Probe um 4 Grade der Scale nach der höhern Seite *F* hin abgewichen, so darf der Fufs *f* über dem kleinern Ringe nur um so viel erhöht werden, dafs die Blase um einen Grad nach der Seite *E* hin zurücktritt. Wird dann durch die Lagerschraube *S* das ganze Instrument wiederum so gestellt, dafs die Blase *b* der Libelle ihre Normalmitte *oo* einnimmt, so ist die Visir-Axe der Fernrohrs völlig horizontal.

Es darf aber nicht vergessen werden, dafs stets der *längere* Libellenfufs auf dem *kleinern* Ringe stehen mufs; denn wollte man die Libelle umkehren, so würde ein doppelter Fehler entstehen, wenn der längere Fufs auf dem gröfsern Ringe und die Blase in der Libellenmitte stände, deren Normalstand sich jetzt lediglich auf die Horizontalität der Visir-Axe des Fernrohrs, nicht aber auf die Richtung der Lagerpuncte an den Ringen bezieht.

Die obige Untersuchung läfst sich auch, obwohl mit geringerer Zuverlässigkeit, folgendermafsen anstellen. Man nimmt das Fernrohr von den Lagern, stellt die Libelle mit ihren Füfsen unmittelbar auf dieselben und mittels der Schraube *S* das Lager horizontal; worauf das Fernrohr wiederum hinein- und die Libelle oben auf dessen Ring gelegt wird. Die Blase wird nunmehr nach der Seite des gröfsern Ringes hin abweichen, und zwar um doppelt so viele Grade, als der Neigungswinkel der Visirlinie gegen die Horizontale beträgt. Die erstere Berichtigung ist jedoch der gröfsern Genauigkeit wegen dieser vorzuziehen.

Somit wäre also nun auch die letzte wichtige Correction, welche an dem Niveau vorkommen kann, und deren practische Ausführung, nachgewiesen. Sie ist an allen sonst gebräuchlichen Instrumenten dieser Art, von anderer Construction, nicht ausführbar. Bei der hier erörterten neuen Einrichtung können alle Instrumentenfehler von dem Nivelleur selbst untersucht, und zwar, wie gezeigt, ohne äufsere Hülfsmittel, lediglich durch den Mechanismus des Instruments berichtigt werden.

Und diese wesentliche Verbesserung des Niveaus beruht in der Hauptsache auf dem ganz einfachen Princip: *dafs das Fernrohr mit seinen Ringen auf den ebenen Lagern des Stativs ruht und die gleichfalls flachen Füfse der Libelle, senkrecht über und parallel mit den Lagern, unmittelbar auf den Ringen stehen.*

Es ist schon bevorwortet worden, dafs die vorliegende Abhandlung der Kürze wegen nur für Sachkundige verfafst worden sei, indem die blofse Beschreibung complicirter Handhabungen, ohne durch Versuche Erklärung schon Schwierigkeiten genug hat, um selbst dem Kenner verständlich zu werden, und es hier nicht die Absicht ist, ein ausführliches Lehrbuch zu liefern.

Schliefslich ist die Zeichnung und Beschreibung eines nach obigen Grundsätzen construirten Nivellir-Apparats für terrestrische Beobachtungen hinzugefügt, um die vorgetragene Beschreibung der einzelnen Theile beispielsweise näher zu erläutern, wodurch zugleich auch die practische Ausführbarkeit des Instruments dargethan sein wird, und diejenigen Neben-Einrichtungen angedeutet sein werden, welche zur Sicherung der fehlerfreien Leistungen des auf vorbeschriebene Weise verbesserten Niveaus noch angewendet werden können.

In wie fern durch solche, in der Hauptsache gleiche Vorrichtungen, bei welchen es auf die Fixirung der Horizontale ankommt, (womit schon bei der ***unmittelbaren*** Berichtigung tragbarer und daher minder stabiler Instrumente ein hoher Grad der Genauigkeit erreichbar ist,) diese Genauigkeit noch sicherer, zuverlässiger und dauerhafter bei unverrückbaren Lagern in festen Fundamenten, wie auf Observatorien etc., erlangt werden könne, wird für den practisch erfahrnen Beobachter und Mechaniker keiner besondern Nachweisung bedürfen; so wie auch die erforderlichen Modificationen sich nach der verschiedenen Anwendung eines jeden Instruments richten müssen. Es möge also der Kürze wegen hier an dem einen nachfolgenden Beispiele genügen.

Erläuterung der Zeichnung des verbesserten Niveaus mit Röhrenlibelle und Fernrohr.

Taf. II. Fig. 1. bis 6.

Das Niveau ist in der *halben* natürlichen Gröfse nach rheinländischen Duodecimalzollen gezeichnet. In den Figuren 1. bis 6. bezeichnen gleiche Buchstaben dieselben Instrumententheile.

Fig. 1. stellt das Fernrohr in den Lagerstühlen des Trägers mit der über demselben liegenden Röhrenlibelle dar.

Fig. 2. ist der Durchschnitt des Fadenkreuzes, mit der innern Vorrichtung zum Centriren desselben.

Fig. 3. ist der Durchschnitt eines Lagerstuhls, nebst Fernrohr und Libelle.

Fig. 4. ist die vordere Ansicht des Lagerstuhles, nebst der mit der Hauptlibelle verbundenen kleinen Querlibelle.

Fig. 5. ist der Aufsatz des Stativs, mit seinen Stellschrauben.

Fig. 6. ist der Durchschnitt des Stativkopfes und der Vorrichtung zur Verbindung mit dem Instrumente.

Das Fernrohr (Fig. 1.) ist 18 Zoll lang und vergröfsert dreifsigmal.

Die Libelle ist, zwischen den Lagerstühlen der Träger-Arme und mit beiden Füfsen, 10 Zoll lang. Die Luftblase weicht bei einem Neigungswinkel von 5 Secunden um eine Duodecimallinie ab.

Der Träger besteht aus 2 Schienen ***M*** und ***N***, welche an dem einen Ende durch ein Scharnier ***R*** mit einander verbunden sind. Die obere Tragschiene ***M*** ist mit den Lagerstühlen ***K'K''*** aus einem Stücke, oder wenigstens unbeweglich fest damit verbunden und hat, dem Scharniere ***R*** gegenüber, ein Bogenstück ***O***, welches durch die Micrometerschraube ***Q*** gehoben werden kann, indem dieselbe durch das Gewinde einer Muttermufs hindurch geht, die an den Nonius ***P*** der untern Tragschiene ***N*** befestigt ist.

Der Gradbogen und Nonius mit der Mikrometerschraube geben einzelne Minuten an und dienen zur Ausmittelung der Empfindlichkeit, so wie zur Graduirung und Ajustirung der Libelle ***D*** über dem Fernrohre ***A***, und aufserdem auch zur Messung kleiner Verticalwinkel.

Die untere Schiene ***N*** bildet in der Mitte einen Kreis, und dieser schliefst eine Dosenlibelle ***L*** ein, deren Glasdeckel in einer Kugelfläche von 100 Zoll Halbmesser hohlgeschliffen ist, und welche zu vorläufiger Horizontalstellung des Instruments auf dem Stative dienlich sein, jedoch auch durch alleinigen Gebrauch der Röhrenlibelle, obwohl mit etwas mehr Zeitverlust, ersetzt und entbehrt werden kann. In solchem Fall läfst sich in demselben Raume anstatt der Dosenlibelle ***L*** eine Boussole anbringen, wenn der Operationszweck es erfordert. Über den Kreisraum ***L*** ist die obere Schiene ***M*** gebogen, damit die Dosenlibelle, deren drei Justirschrauben mit *sss* bezeichnet sind, oder die Boussole, gehörig beobachtet werden können.

Das Fernrohr ***A*** hat den Ocularzug ***B*** und den Objectivzug ***C***, welche beide durch Getriebe *a'* und *a''* gestellt werden können. Der Objectivzug ***C*** hat eine vorzuschiebende Sonnenkapsel. Vor dem Ocularzuge hat die Hülse des Fernrohrs einen viereckigen Ansatz ***FH*** (Fig. 1.) und ***FGHI*** (Fig. 2.), innerhalb dessen vorspringenden Randleisten die beiden Rahmen *defg* und *hikl*

mit dem Fadenkreuze bewegt werden können. Die Schraube b'', welche mit einer Nufs in der Randleiste GI läuft, greift in die Mutter der Seite eg des ersten Rahmens $defg$ und verschiebt denselben in horizontaler Richtung, sammt dem innern Rahmen $hikl$ mit seinen Stellschrauben c' und c'', welche in den Einschnitten der beiden Randleisten FG und HI den erforderlichen Spielraum haben. Die Stellschraube c' wird mit ihrer Nufs von dem gefederten, aus zwei Theilen bestehenden Schiebriegel gehalten, geht ohne Gewinde durch ein Loch der Seite de des ersten Rahmens $defg$, und fafst dann erst in die Mutter des inneren Rahmens $hikl$, um denselben auf und nieder zu bewegen. Mittels der beiden Stellschrauben b'' und c' wird das Fadenkreuz in die Central-Axe des Fernrohrs gebracht und durch die Schraube b' in der Mutter des Randleisten FH, so wie durch die Schraube c'' in der Mutter der Rahmenseite fg, gegen Verrückung gesichert.

In den Lagerstühlen $K'K''K'''$ (wovon in Fig. 1. bei der Ocularröhre, so wie im Durchschnitte Fig. 3., die Seitenlehnen oder Wangen K' und K''' als vorhanden und mittels der Deckbiegelschraube n geschlossen gezeichnet, beim Objectiv-Ende des Fernrohrs Fig. 1. aber weggelassen sind) ruht das Fernrohr A, mit seinen beiden Ringen yy, welche, von möglichst genau gleichen Durchmessern, aus hartem Metall verfertigt sind, auf den ebenen Grundflächen K'' zwischen den verticalen Seitenwangen K' und K''' und wird durch die Schraube r, welche auf eine Feder wirkt, festgehalten, oder nach Bedürfnifs losgelassen.

Vor den Metallringen sind, aufserhalb der Lager, noch zwei gröfsere Vorstofsringe befestigt (wie sie in Fig. 4. punctirt gezeichnet sind), um das Vor- und Rückwärtsschieben des Fernrohrs und der Libelle zu verhindern.

Die Mittelpuncte der beiden Kreisringe yy bilden die Central-Axe des Fernrohrs A (Fig. 1. und 2.), mit welcher die optische oder Visir-Axe desselben durch Stellung des Fadenkreuzes in Übereinstimmung gebracht wird.

Auf den Metallringen yy des Fernrohrs liegt die Röhrenlibelle D mit ihren Fufspuncten x, x, zwischen den Vorstofsringen. Beide Füfse x, x sind an der Grundfläche völlig gerade und eben geschliffen, und die Seitenflächen bilden mit der Grundfläche rechte Winkel; so dafs, wenn die Fufspuncte durch Umlegen der Libelle gewechselt und die Haltschrauben q angezogen werden, nachdem zuvor der mit einem Streifen Tuch, Leder oder Gummi-elasticum gefütterte Deckbiegel durch die Schraube n geschlossen ist, alsdann diese Seitenflächen an den Wangen K''' genau anschliefsen, ohne dafs die Blase in der kleinen

Querlibelle ***E*** (Fig. 4.) ihren Ort verläfst. Zur Ajustirung der Querlibelle ***E*** dient die Schraube ***p,*** welche die auf Federn ruhende Glasröhre niederdrückt; und darnach sind die Seitenflächen der Libellenfüfse zuzurichten, bis keine Abweichung der Blase in der Querlibelle durch Umlegung der Hauptlibelle mehr Statt findet.

Die Hauptlibelle ***D*** (Fig. 1. und 3.) hat ihre, einer Feder entgegenwirkende Justirschraube *o* und eine graduirte Scale, an welcher die Abweichungen der Luftblase die Neigung der Visirlinie gegen den Horizont anzeigen.

Die kleine Querlibelle ***E*** (Fig. 4.), welche an erstere befestigt ist, dient zur Versicherung, dafs die Luftblase an dem Rücken der Glasröhre der Hauptlibelle stets einen und denselben Bogen durchlaufe, für welchen die Libelle ajustirt und graduirt ist. Aufserdem wird durch selbige beim Messen von Höhenwinkeln angezeigt, ob der Gradbogen ***O*** mit den Stühlen ***K*** senkrecht auf- und niedergehe, welches sonst durch die Stellschrauben *ttt* des Aufsatzes ***T*** (Fig. 5.) bewerkstelligt werden mufs. Die Querlibelle ist empfindlich genug, wenn ihr Rücken die Krümmung eines Bogens von 100 Zoll Halbmesser hat; eben wie die Dosenlibelle ***L***.

Der Aufsatz des Stativkopfes ***V*** (Fig. 5.) besteht aus einer dreiarmigen Platte ***T,*** in welcher die drei Stellschrauben *ttt* zur Horizontalstellung des ganzen Instruments dienen. Diese Stellschrauben sind durch Nüsse mit den Unterlagscheiben ***UUU*** des Stativkopfes ***V*** so verbunden, dafs sie, nach jeder beliebigen Richtung gedreht, keine Klemmung ertragen.

Auf den Kegelzapfen ***Z*** des Dreifufses ***T*** (Fig. 5. und 6.) wird die Hülse oder Büchse ***S*** des Instrumententrägers mit ihrer Drehscheibe *w* gesetzt und darauf durch Drehung mit freier Hand in die ungefähre Richtung gebracht. Zur feinen Horizontalbewegung dient die Schraube *u,* nachdem mittels des kleinen Hebels *v* die Klemmschraube angezogen ist, welche die Drehscheibe *w* der Büchse ***S*** festhält, deren Drehung durch die Horizontalschraube *u* geschieht.

Ehe man das ganze Instrument aufsetzt, wird erst der Mittelzapfen ***Z*** (Fig. 6.) des Dreifufses durch Verschieben auf dem Stativkopfe mit der untern Öffnung auf den Haken der Zugstange ***Y*** gesteckt. Alsdann wird die Schraube ***X*** angezogen, welche die starke Spiralfeder in der beweglichen Büchse ***W*** in Spannung bringt und den Dreifufs auf den Unterlagscheiben ***UUU*** festhält.

Diese von dem Herrn Hofmechanicus ***Breithaupt*** in Cassel angegebene Einrichtung des Stativs hat den Vortheil, dafs die Schrauben *ttt* des Aufsatzes jede für sich, unabhängig von den beiden andern, zur Horizontalstellung gebraucht werden können, ohne dafs ein Klemmen und Quetschen auf den Unterlagscheiben Statt findet, indem die Spiralfeder in der Büchse ***W*** so viel als nöthig nachgiebt; so wie auch das Lösen und Schlottern der Schraubenfüfse durch das Anziehen der Hakenstange ***Y*** gänzlich verhindert wird.

Im Allgemeinen ist über die Verfertigung dieses Instruments noch zu bemerken, dafs vielleicht noch einige Theile der Zeichnung bei der Ausführung hinsichtlich der Dimensionen und Stärke nützliche Abänderungen erleiden können, damit das Instrument nicht zu schwer und minder transportabel werde. Aber es sollte niemals ein Niveau um der Leichtigkeit willen zu schwach construirt werden, weil alle übrigen Vollkommenheiten durch den Mangel an Stabilität beim practischen Gebrauche wiederum verloren gehn. Hierin das richtige Maafs zu treffen, so wie die Vollkommenheit durch accurate und saubere Arbeit noch zu erhöhen, mufs der Geschicklichkeit des Mechanikers überlassen bleiben, nachdem die Einrichtung der wesentlichen Hauptbestandtheile angegeben worden sind, bei welchen eine Abänderung nicht zulässig ist, ohne die Prinzipien zu zerstören, auf denen sie beruht.

(Die Fortsetzung folgt.)

2.

Übersicht der Geschichte der Baukunst, mit Rücksicht auf die allgemeine Culturgeschichte.

(Vom Herrn Bau-Inspector *C. A. Rosenthal* zu Magdeburg.)

(Fortsetzung der Abhandlung No. 2. im 1sten, No. 6. im 2ten, No. 8. im 3ten Hefte 13ten, No. 1. im 1sten, No. 7. im 2ten, No. 8. im 3ten, No. 12. im 4ten Hefte 14ten, No. 1. im 1sten, No. 9. im 2ten, No. 11. im 3ten, No. 15. im 4ten Hefte 15ten, No. 10. im 3ten Hefte 16ten, No. 3. im 1sten, No. 5. im 2ten, No. 10. im 3ten Hefte 17ten und No. 4. im 2ten Hefte 18ten Bandes.)

B. Die romanisch-christliche Baukunst in Deutschland.

§. 124.

Die Baukunst in Deutschland vor Carl dem Grofsen.

Aus Griechenland und Italien, von dem Boden, welcher seit länger als einem Jahrtausend die Blüthe der Kunst allein genährt hatte, gehen wir zunächst nach Deutschland hinüber, als demjenigen Lande, in welchem vorzugsweise die Baukunst ihrer Wiedergeburt, obwohl langsam, entgegenreifen sollte.

Vor Carl dem Grofsen ist freilich von einer solchen Wiedergeburt noch nichts zu erblicken; wir finden in den Gegenden am Rhein und an der Donau, welche die Römer unterjocht hatten, die römische, in den nördlicheren Gegenden fast gar keine Kunst; denn der rohe Holzbau der Germanen und die Aufschichtung ungeheurer Steinmassen zu Gräbern, obwohl ersterer sich später in Deutschland selbst zu künstlerischen Formen erhob, die letztere aber auf die Gesammtbildung der ältesten Völker zurückweiset, haben in Bezug auf die christliche Kunst keine wesentliche Bedeutung. Es blieb auch hier, wie in Italien, den neu aufgetretenen Völkern nichts andres übrig, als die römischen Bauwerke, welche sie fanden, nachzubilden. Gleichwohl gestaltete sich bald das Verhältnifs in zwei wesentlichen Beziehungen anders. Einmal nämlich hatte sich zwar die römische Bildung in den Provinzen überall verbreitet, aber

sie konnte dort nicht ein so scharfes Gepräge annehmen, als in dem Mutterstaate, und noch weniger bei dem Lockerwerden und Zerreifsen der politischen Bande in gleichem Grade es festhalten. Während zweitens die Gothen und Longobarden, selbst noch ganz roh, plötzlich in die Mitte römischer Cultur versetzt wurden, waren die Franken, von welchen hier zuerst die Rede ist, in den Rheingegenden schon längere Zeit Nachbarn der Römer gewesen, und ihre Eroberungen waren nur allmälig erst dann vollendet worden, als die verheerenden Durchzüge der Vandalen, Sueven, Alanen, Westgothen und Burgunder der römischen Bildung schon manchen Stofs gegeben hatten. So war denn bei den Franken eher eine allmälige Vermengung der Kunststyle und das Festhalten älterer National-Eigenthümlichkeit möglich, als bei den Gothen. Es eigneten sich jene Grenzländer ganz besonders dazu, den eindringenden Barbaren, und namentlich den hier bleibend sich niederlassenden Franken grade so viel von römischer Bildung mitzutheilen, als sie bedurften, um ihre Gesittung zu beginnen, aber nicht genug, um die eigenthümliche Richtung der neuen Bildung unmöglich zu machen, wenngleich wir auch hier noch eine entschiedene Gegenwirkung wahrnehmen.

Von den römisch-christlichen Bauwerken in den Rheingegenden ist uns in dem ältesten Theile des Doms zu Trier ein merkwürdiges Beispiel übrig geblieben. (S. *O. W. Schmidt,* Baudenkmale der römischen Periode und des Mittel-Alters in Trier und seinen Umgebungen. II. Lief. Trier 1839.) Der Grundrifs dieses Gebäudes ist ein Quadrat, in 9 Theile getheilt, welche durch 12 weite Schwibbögen mit einander verbunden waren, und zwar so, dafs das mittlere Viereck das gröfste war. Jene Halbkreisbögen ruhten längs der Wände auf 8 vortretenden Pfeilern, und in der Mitte auf 4 mächtigen Gränitsäulen. Thüren und Fenster, letztere, als ein Beweis eines hohen, d. h. römischen Alters, von auffallender Gröfse, waren in drei Reihen übereinander geordnet; natürlich mit halbrundem Schlufs. An dem hintern Giebel scheint die gewöhnliche halbrunde Tribune angebaut gewesen zu sein. Der Styl ist ganz einfach; das Mauerwerk besteht aus abwechselnden Schichten Ziegeln und kleinen Kalk- und Sandsteinen. Das ganze Gebäude hatte, wie es scheint, in gleicher Höhe eine Balkendecke. Der Sage nach soll es im Jahre 328 aus einem Pallaste der Kaiserin Helena in eine christliche Kirche verwandelt worden sein; welcher Umstand die ganz abweichende Grundform, die weder die der Basilica noch die der Rotunda ist, die mangelnde Erhebung der mittlern Vierung und die mehrfachen Fensterreihen erklären würde.

Wie die Bau-Art der Franken vor Carl d. Gr. beschaffen gewesen sei, erfahren wir einigermafsen aus den alten Schriftstellern. *Schad* (S. *Stieglitz* Gesch. d. Bauk.) sagt von dem ältesten Münster zu Strafsburg, welchen Chlodwig nach seinem Übertritte zur christlichen Religion um das Jahr 500 baute, er sei „auf gut altfränkisch aus Holz gewesen, mit einem ungeheuren Dache;" und von den ältesten Kirchen Deutschlands sagt derselbe Schriftsteller im Allgemeinen: „Sie waren gar finster und hatten nur ein Fenster, damit ein Jeder „sein Gebet ohne Hindernifs und anderer Leutaufsehens konnte verrichten; „und damit sich die Leut im Aus- und Eingehn nicht stofsen, hing allweg „bei der Thür und Eingang eine brennende Ampel. Sonst waren die Kir„chen ganz leer und ohne Stühle. Man wufste auch dazumal nichts von Bil„dern und Altartafeln in den Kirchen, und dergleichen. Zwei Altärlein, auf „drei Schuh lang und zween breit, hatte man: darauf lag all' Sonntag Brod, „klein gebackt, in einer Schale oder Schüssel, und dabei stund ein zinnern „oder gläsern Kelch, daraus ward der Wein dem Volke communicirt; der „Prediger safs auf dem Stuhl gegen das Volk, und sonsten war kein Gepränge." Andere Schriftsteller stimmen darin überein, dafs man meistens auch die Kirchen von Holz baute; wenn gleich wieder andere Nachrichten den gleichzeitigen Steinbau aufser Zweifel stellen. Wir erfahren aus diesen Beschreibungen zwar vom Baustyl nur so viel, dafs er höchst ärmlich und kunstlos gewesen sein mufs; indefs stofsen wir doch auf zwei Dinge, die den Römern nicht entlehnt sein konnten: auf den Holzbau, und auf das hohe nordische Dach. Zwar verschwinden in der Folgezeit diese beiden Eigenthümlichkeiten wieder; aber nicht für immer, und es zeigt sich darin eine nationale und locale Richtung, welche sich in späterer Zeit wieder geltend machte.

§. 125.

Die Baukunst in Deutschland unter den Carolingern (768 bis 919).

Der ärmlichen Bau-Art gegenüber, welche wir eben sahen, zeigt sich die Prunksucht bei den zahlreichen Bauten Carls des Grofsen im blendendsten Glanze; freilich ohne sonderlichen Nutzen für die Kunst. Der Übergang war für die Entwicklung von innen heraus zu schnell, und man mufste zu fremden Mustern, und sogar, nach der in Italien üblichen Sitte, zu Bestandtheilen antiker Gebäude, welche Carl aus Italien mitnahm, greifen.

Eins der bedeutendsten Bauwerke Carls ist der alte ***Münster zu Aachen.*** Er wurde von 796 bis 804 unter Leitung des Abtes Ansigis erbaut; nach andern, weniger glaubhaften Nachrichten von griechischen Künstlern. Dieses Gebäude ist im Allgemeinen eine Rotunde von 48 Fufs im Durchmesser, jedoch achteckig, mit einem 16eckigen, zweistöckigen Umgange, beide durch weite Halbkreisbogen mit einander verbunden, welche auf starken eckigen Pfeilern ruhen. Die 8 untern Bogenweiten sind ganz offen; die obern sind durch kleine Säulen getheilt, welche eine hohe Steinplatte mit nur theilweise ausgehauenen Bogen und darüber ein gerades Gebälk tragen, auf welchem wiederum andere Säulen stehen, die stumpf unter die Hauptbogen stofsen. Das untere Stockwerk des Umganges ist mit Kreuzgewölben bedeckt, in 16 durch Gurte getrennten Theilen, welche in Folge der doppelten Seitenzahl des äufsern Umfanges im Grundrifs abwechselnd Quadrate und Dreiecke sind. Das zweite Stockwerk ist mit einem herumlaufenden halben Tonnengewölbe bedeckt, und zwar so, dafs dessen Widerlager an der äufsern Umfassungsmauer, der Scheitel aber an der Rotundenmauer liegen. Die innere Rotunde erhebt sich bedeutend; der Tambour hat, nach Abzug seiner spätern Erhöhung, etwa die halbe Breite zur Höhe. Aufsen stehen römische Pilaster, je zwei an jeder Ecke, welche sehr bedeutend vorspringen. Die Gallerie über dem Gebälk des Tambours, die Giebel darauf und das spitzbogige Kuppeldach darüber, so wie die zahlreichen Überbaue des Münsters gehören einer spätern Zeit an. Das Gebäude legt einen grofsen Reichthum an Nebenwerken zur Schau, unter welchen besonders die bis auf unsere Zeit erhaltenen Thüren und Gitter von Bronze zu bemerken sind. Von dem eigentlich architektonischen Schmuck waren die nicht zahlreichen, aus Italien geholten kleinen Säulen der obern Gallerie das bedeutendste; die sonstige Technik an dieser Kirche ist ärmlich und roh. Ihr Vorbild ist leicht in der Kirche S. Vitale zu Ravenna zu erkennen, welche Carl in Italien gesehen hatte; jedoch hat der Aachener Münster Eigenthümlichkeiten, die freilich vielleicht nur zufällig sind, die aber vielleicht doch, wenigstens theilweise, schon als die leisen Vorboten des später in Deutschland sich geltend machenden Geistes angesehen werden können. Dahin gehören: der Übergang der innern 8eckigen Form in das äufsere Sechszehneck; die daraus hervorgegangenen dreieckigen Gewölbetheile; das gegen die innere Rotunde ansteigende halbe Tonnengewölbe der obern Gallerie, in welcher sich dieselbe Idee ausspricht, wie in den spätern Strebebogen; die, hier freilich noch sehr unbeholfene und constructionswidrige Ausfüllung der obern Bogen-

Öffnungen; der starke, kräftige Vorsprung der Pilaster am Tambour; und endlich, und vorzüglich, die massigen Pfeiler statt der Säulen, auf welchen die Rotunde ruht. Als ein eigentliches Vorbild der spätern Strebepfeiler, wie *Kugler* es annimmt, möchte ich indessen jene Pilaster nicht betrachten. Die constructionelle Idee der Strebepfeiler ist eine andere. Nur der kräftige germanische Geist, welchem letztere ihr Entstehen verdanken, mag sich vielleicht hier schon im Allgemeinen und wie unbewufst aussprechen.

Als Nachbilder der Münsterkirche zu Aachen haben wir noch ein sechszehneckiges Baptisterium am Pallaste Carls zu Nymwegen und die Kirche zu Ottmarsheim übrig; obgleich an letzterem Gebäude Säulen von etwas spätrer Form vorkommen.

Einen wesentlich verschiedenen Character hat aber die *Vorhalle des Klosters Lorsch,* dessen Kirche schon 774 geweiht wurde, 1090 jedoch abbrannte. Man nimmt an, dafs die Vorhalle noch dem urprünglichen Baue angehöre. *Kugler* setzt die Zeit ihrer Erbauung entweder erst ins 12te Jahrhundert, oder in die Römerzeit zurück. Das erste stützt sich auf die Wahrnehmung, dafs man sich um jene Zeit der Antike wieder näherte; welches jedoch sonst nur in der Detail-Bildung, nicht wie hier in der ganzen Anordnung Statt zu finden pflegte. Eher möchte ich mich der zweiten Meinung anschliefsen. Die Vorhalle ist ein sehr zierliches Gebäude; die Mauern sind mit abwechselnd rothen und weifsen Marmorplatten bekleidet, deren Fugen gröfstentheils in diagonaler Richtung laufen. Die Grundform der Halle ist die eines Oblongums; die Façade hat zwei Stockwerke, unten mit 4 römischen Pilastern und 3 Bogen-Öffnungen dazwischen, aber mit 10 niedrigen jonischen Pilastern; darüber aus der Mauer vortretend eine Gliederung im Zickzack, welche eine Reihe von 9 steilen Giebeln nachbildet, auf deren Spitzen das mit Sparrenköpfen gezierte Gesims unmittelbar aufliegt. Im Innern kommt sonderbarerweise um die eine Bogen-Öffnung herum der sogenannte normännische Zickzack vor. Der Styl ist der verderbte römische, und widerspricht der Annahme einer so frühen Zeit der Erbauung nicht; eher liefse sich dies von den Giebeln sagen. Indefs ist zu bemerken, dafs dieselben keinesweges den Character der Dachgiebel haben, vielmehr eher als eine ins Grofse getriebene Zickzackverzierung zu betrachten sind, wie sie als Nachbildung des uralten Mäander einer jeden Zeit angehören kann; was auch mit dem normännischen Zickzack der Fall sein kann, der seinen Namen nicht der Erfindung, sondern nur seinem häufigen Vorkommen bei den Normannen verdankt. Befremdender ist es, hier eine so überaus zierliche Technik zu finden,

gegen welche die Arbeit am Münster roh ist. Vielleicht aber hat diese ihren Grund in der Individualität des Baumeisters; zumal wenn es ein Italiener war. Welcher Zeit aber auch das Gebäude angehören mag: es steht mit seiner verderbten römischen Architektur nur als ein vereinzeltes Beispiel da, und beweiset nur, dafs dieser Styl, trotz seiner Zierlichkeit, dem germanischen Geiste nichts zusagte: oder aber es gehört noch der römischen Periode an.

Aus den unruhigen Zeiten nach Carl d. Gr., unter seinen schwachen Nachfolgern, lassen sich keine grofsartigen Bauwerke erwarten. Einzelne unbedeutende, noch vorhandene Werke, welche in die Zeiten der Carolinger zu setzen sein möchten, sind: der sogenannte Heidentempel zu Regensburg; die Crypta der Kirche S. Michael zu Fulda, welche ein rundes Gewölbe ist, das sich auf eine schwerfällige jonische Säule stützt, und dessen Construction an einige römische Gräber erinnert; und endlich, und besonders, die Crypta der Wiperti-Kirche zu Quedlinburg. Diese ist dreischiffig, mit Tonnenwölbungen, und hinten rund geschlossen, so dafs das mittlere Tonnengewölbe eine halbe Kuppel bildet, die Abseitengewölbe aber, wie bei einigen Umgängen römischer Rotunden, um dieselbe herumlaufen und sich so vereinigen. Die zusammenstofsenden Gewölbe ruhen auf einem im Chore rundum laufenden Architrav, welcher, von einfachen Pfeilern getragen, in den Zwischenweiten noch durch je zwei kleine Säulen, deren rohe Capitäle weit schmäler als der Architrav sind, unterstützt wird. Der Architrav hat aber nicht, gleich dem antiken römischen, Streifen, sondern kleine Eckgliederungen. Während die Form des Ganzen entschieden der römischen Bauart entlehnt zu sein scheint, deutet die rohe Form der Capitäle und die Eckgliederung frühestens auf die spätcarolingische Zeit hin.

Zu den bedeutendsten Bauwerken des 10ten Jahrhunderts gehört das Kloster S. Gallen. Von ihm selbst hat sich nichts erhalten, wohl aber die Originalzeichnung. Aus dieser ersehen wir, dafs die Sitte, den Kirchen zwei Chöre und Tribunen einander gegenüber zu geben, bei Kloster- und Stiftskirchen, als aus dem Ritus hervorgegangen, häufig im ursprünglichen Plane lag.

Was Carl d. Gr. durch seine eigenen, gerühmten und zahlreichen Baue für die Kunst geleistet hat, ist verhältnifsmäfsig gering gegen den Nutzen, den er mittelbar durch die Bekehrung und Civilisation der Sachsen stiftete. Mag der Menschenfreund durch die Gewaltsamkeit seiner Bekehrungsmittel empört werden: der Erfolg war entscheidend. Und obgleich, wie wir oben sahen, das Verhältnifs bei den Franken weit günstiger sich gestaltete, als bei den

Gothen, Longobarden u. s. w., so kamen doch auch sie noch in zu nahe Berührung mit römischer Bildung, um nicht in Gefahr zu sein, dieser zuletzt anheim zu fallen. In den Sachsen dagegen tritt ein neuer Volksstamm in den Kreis der Gesittung, welchem die römische Cultur ziemlich ganz fremd geblieben war. Schon bei den Hellenen hatten wir die Nothwendigkeit bemerkt, dafs für eine neue, durchgreifende Bildung neue, noch kindlich rohe, aber bildungsfähige Völker aufstehen müssen. Hier wiederholt sich dies in höherem Grade. Die Germanen, in deren Sprache, Gräberbau und Götterlehre so manche Anklänge aus der Urzeit der Gesammtbildung herübertönen, gehörten den edelsten Stämmen an; sie waren, wie es ihre hochpoetischen Dichtungen beweisen, nichts weniger als geistesarm; es waren nur in dem rauhen Clima und in ihrer Abgeschiedenheit ihre Seelenkräfte nicht genugsam angeregt worden, in das practische Leben hinauszutreten. Voll Lebensmuth und Jugendkraft, mit jener Tiefe des Gefühls und jenem romantischen Geiste ausgestattet, die beide dem Christenthum so ungemein zusagten, eigneten sie sich vorzugsweise dazu, der christlichen Bildung ein alle Verhältnisse umfassendes und durchdringendes Wachsthum zu sichern. Dazu aber gehörte nothwendig auch jener lange Schlummer, bis der rechte Zeitpunct gekommen war. Es scheint, als ob der Strom der Civilisation, der bei den ältesten Völkern Asiens, dann bei den Griechen und Römern zur mächtigen Fluth angeschwollen war, und darauf sich, den aufgeregten Schlamm zurücklassend, wieder verlaufen hatte, hier zu einem weiten, ruhigen See sich verbreiten mufste, damit die Fluth sich kläre und das Christenthum zu seiner Nahrung eine ungetrübte Quelle finde. Während jene stolzen Fluthen in ihren schillernden Wogen die glänzendsten Gebilde zeigen, ruhet der friedliche See im Schoofse der germanischen Wälder in abgeschiedener Stille; es tauchen nur vor dem schärfer blickenden Auge aus der geheimnifsvollen Tiefe des hellen Spiegels die dämmernden Gestalten der alten nordischen Götter- und Heldensagen empor: mächtiger und erhabener, inniger und rührender, als selbst die vollendetsten Gedanken der griechischen Poesie!

Mit Carl d. Gr. erstarb auch der Nerv seiner riesenmäfsigen Schöpfung. Diese Schöpfung war zu gewaltsam ins Leben gerufen worden, um zu ihrer Erhaltung und weitern Ausbildung des Stifters kräftigen Geist und Arm entbehren zu können. Aber auch hier wieder mufs die durch die Untüchtigkeit der nachfolgenden Carolinger herbeigeführte Hemmung als eine Wohlthat für die Kunst betrachtet werden; der germanisch-christliche Geist mufste sich

erst im Stillen consolidiren, bevor er thatkräftig und mit Erfolg nach Aufsen wirken konnte. Hat es doch so noch Jahrhunderte gedauert, ehe eine entschieden eigenthümliche Richtung in der Baukunst bemerkbar ward: um wie viel mehr wäre dieselbe verzögert worden, wenn Carls Nachfolger mit gleichem Eifer wie er selbst fortgefahren hätten, byzantinische und italische Kunst herüberzuholen; was doch damals unvermeidlich gewesen wäre. Nicht minder war die Theilung der zu grofsen fränkischen Monarchie und die daraus hervorgehende Selbstständigkeit Deutschlands ein Gewinn für die Entwicklung christlicher Bildung und Kunst, für welche in Deutschland, wegen seiner glücklichen Lage im Herzen Europas, seiner verhältnifsmäfsig freien Verfassung, seiner Bedeutung als abendländisches Kaiserreich, bei weitem mehr aber wegen der geistigen Anlagen seiner Bewohner, ein zweiter Mittelpunct neben Rom gewonnen wurde, und zwar ein Mittelpunct für die wahren geistigen Interessen des Christenthums, während Rom sehr bald nur die weltliche Macht der Kirche zu seinem Hauptstreben machte.

§. 126.

Die Baukunst in Deutschland unter den Sächsischen Kaisern (919 bis 1024).

Mit gröfserm Recht als Carl d. Gr. und mit reinerer Freude begrüfsen wir den Städtegründer Heinrich I. und seine Nachfolger, als diejenigen Herrscher, denen deutsche Art und Kunst ihre Begründung verdanken; gleich viel, ob Heinrich zunächst nur die bessere Vertheidigung gegen die Hunnen im Auge haben, und schwerlich alle so überaus glänzenden Erfolge voraussehen mochte, welche aus dem Institut der Städte hervorgehen sollten. Die Entwicklung und Verbreitung des Christenthums mufste nach damaligen Begriffen für das edelste Bestreben eines deutschen Kaisers gelten, und Heinrich sowohl, als die Ottonen, widmeten sich demselben mit dem rühmlichsten Eifer. Die Gründung der Städte, die Wiederherstellung der von den Hunnen zerstörten Wohnplätze, und die Stiftung so vieler neuen Klöster und Bisthümer, besonders in Sachsen, als dem Stammlande der Kaiser, und zugleich dem Grenzlande gegen die Wenden, gab der Baukunst eine erfreuliche Thätigkeit. Wir wollen jetzt untersuchen, welchen Standpunct, den noch vorhandenen Resten zufolge, dieselbe damals einnahm. Die sächsischen Gegenden werden uns dabei die reichste Ausbeute versprechen.

Die Marienkirche auf dem Harlunger Berge bei Brandenburg, die Kirche zu Memmleben, und andre ähnliche Bauwerke, welche früher allgemein den ersten Sächsischen Kaisern zugeschrieben wurden, für welche jedoch die neuere Critik ein so hohes Alter zweifelhaft gemacht hat, müssen wir vorläufig übergehen, um an andern Bauwerken, deren Baustyl keinen Zweifel an der historischen Alters-Angabe erregt, einen sichern Anhalt zu gewinnen. Wir werden auf jene zweifelhaften Bauten später zurückkommen.

Der jetzt zum Domschulgebäude in Magdeburg gehörende südliche Theil *des Kreuzganges* wird für ein Überbleibsel des von Otto I. 937 gestifteten, aber schon 955 prächtiger und schöner wieder aufgebauten Benedicterklosters gehalten, welches wenige Jahre nachher des Dombaus wegen verlegt wurde. Dieser Kreuzgang hat zwei Stockwerke und das untere glatte Kreuzgewölbe von Bruchsteinen. Die einzelnen Gewölbevierungen sind nicht durch vorspringende Quergurte getrennt; doch ist der Raum dazu vorhanden, so dafs sich das Bild eines fortlaufenden Tonnengewölbes zeigt, mit gleich hohen Stichkappen in geringen Zwischenräumen. Da wo diese Zwischenräume gegen die Mauer stofsen, treten einfache Kragsteine in Form kurzer Kämpfergesimse vor. Die äufsern Mauern, natürlich ohne Strebepfeiler, deren einige erst später angebaut sind, öffnen sich unten in weite Bogen, auf glatten, sehr niedrigen Pfeilern: (jetzt noch niedriger als ursprünglich). Die Pfeiler sind von Sandstein und haben Eckgliederungen in der Form eingesetzter Rundstäbe, mit Basen- und capitalartigem Schlufs, welcher aber nicht vor die Pfeilerfläche vortritt. Die Bogen sind aus grob behauenen Steinen ohne Gliederung. Innerhalb der Bogen sind vier Säulchen, je zwei an der Inseite der Pfeiler, und zwei in der Mitte, auf eine Brüstungsmauer aufgestellt. Jetzt sind sie halb vermauert. Die drei kleinen Bogen darüber stehen unmittelbar auf dem Capitäle und sind in einer aufrechtstehenden Sandsteinplatte ausgehauen und mit kleinen versenkten Eckrundstäben eingefafst. In den Winkeln sind ganz kleine Durchsichten von verschiedenen Formen eingehauen. Die Segmente über dieser Sandsteinplatte, bis zum Hauptbogen, sind mit unregelmäfsigen Steinen, aus welchen auch die Mauer besteht, ausgefüllt. Eigenthümlich ist es, dafs in jedem Felde immer die östliche der beiden mittlern Säulen einen in verderbter römischer Manier cannelirten oder gewundenen Schaft hat. Das zweite Stockwerk hat eben solche Arcaden; doch nur nischenförmig, mithin ohne Säulenstellung. In jeder Nische ist eine der gewöhnlichen kleinen rundbogigen Doppel-Öffnungen mit einer Zwergsäule in der Mitte. Die Säulen haben fast sämmtlich Würfel-

capitäle, welche reich und kräftig mit Laub und Grotesken verziert sind. Nach der Anordnung des Ganzen und der Construction der Gewölbe zu schliefsen, könnte der Bau füglich aus der Mitte des 10ten Jahrhunderts sein; die Formen und die scharfe Bearbeitung der Verzierungen aber, so wie der Umstand, dafs die anliegenden Halbsäulen, welche gleichwohl mit den Pfeilern aus einem Stein gearbeitet sind, nicht halb, sondern fast voll heraustreten, reichen weit über das Carolingische Zeitalter, weiter nach der neueren Zeit hin, hinaus; auch die gerundeten Säulenschäfte erregen Zweifel gegen ein hohes Alter; denn wenn sie gleich Nachbildungen der spätern Antike und auf diese Weise sehr alt sein können, so scheint doch die Kunst im nördlichen Deutschland im 10ten Jahrhundert noch nicht so weit gediehen gewesen zu sein, dafs man eine so künstliche Arbeit zu machen gewagt hätte; und so mufs man sie denn in die Zeit setzen, die merkwürdigerweise wieder zu der genauen Nachbildung der Antike zurückging, also etwa in das 12te Jahrhundert. Jedenfalls müssen wir uns enthalten, auf einen so zweifelhaften Bau weitere Folgerungen zu gründen.

Aus dem *ältern*, von Otto I. erbauten *Dom* zu *Magdeburg* scheinen bei dem Brande desselben im Jahre 1207 einige im neuen Dom wieder aufgestellte Säulenfragmente und Statuen gerettet worden zu sein; sie stehen sämmtlich in dem Hohenchor, als dem ältesten Theile des Doms, von noch romanischer Anlage. Die Säulen sind offenbar Bruchstücke antiker Säulenstämme aus polirtem Granit und Porphyr: die Statuen stellen die beiden ersten Ottonen und Johannes den Täufer vor; die letztere Statue ist vielleicht etwas jünger. Sie sind steif und haben sehr grofse Köpfe; sind aber mit deutschem Fleifs gearbeitet und bunt bemalt. Noch einige kleinere Bruchstücke antiker Säulen, und darunter eins von Lapis lazuli, hat man in dem an den östlichen Kreuz-Arm angrenzenden ehemaligen Dormitorio aufgestellt. Es ist aus jenen Fragmenten zu folgern, dafs die alte Gewohnheit, die antiken Gebäude Italiens zu plündern, zu Otto's Zeiten noch nicht aufgehört hatte. Jedoch mag die Spoliation hier einen besondern Anlafs gehabt haben: denn es wird erzählt, dafs Otto's Kriegsvolk eine Kirche des heiligen Mauritius in Italien zerstört, und der fromme Otto darauf dem erzürnten Heiligen eine schönere Kirche in Deutschland gelobt und in Folge dessen den Magdeburger Dom ihm geweiht habe. So ist es denn leicht möglich, dafs er zu diesem seinem Dome die schönsten Trümmern des italischen Gebäudes mitnahm. Die Erzählung wirft zugleich ein erklärendes Licht auf einen andern räthselhaften Umstand. Der Sage nach soll nemlich eine im Magdeburger Dom befindliche kleine Capelle, mit den Bild-

säulen Otto's und der Editha, auf einem Altare, das allerdings sehr unvollkommene Nachbild des früheren Doms sein. Ist dem so, so müfste der alte Dom eine vieleckige Rotunde gewesen sein, und wirklich macht einerseits die sonderbare Form jener Capelle so etwas wahrscheinlich; anderseits erwähnt ***Dittmar von Merseburg,*** gleich nach Otto's Zeit, einer ***Rotunda*** in Magdeburg. Diese Form, welche für eine Hauptkirche im nördlichen Deutschland befremdend sein würde, läfst sich am leichtesten erklären, wenn man annimmt, dafs die zerstörte Kirche, die man gern im Allgemeinen nachahmen wollte, eine Rotunde gewesen sei. Wir legen aber auf diese Erklärung einer vielleicht gar nicht einmal vorhanden gewesenen Thatsache grade kein Gewicht: es liegt uns nur daran, einestheils den fremden Einflufs der südlichen Formen auf die norddeutsche Baukunst, welcher im Anfange unleugbar statt fand, in seine Grenzen einzuschliefsen; anderseits für den Fall, dafs der Dom eine Rotunde war, die Form näher zu begründen; wie etwa durch Hinweisung auf den Aachener Münster. Im Wesentlichen ändert es nichts, ob der eigenthümliche deutsche Geist sich etwas früher oder später geltend gemacht habe.

Ein Bauwerk von sehr alterthümlichem Aussehen ist die wüste ***Kirche von Loburg.*** Sie ist nicht überwölbt, ist aus gesprengtem Granit erbaut, und hat sehr niedrige Verhältnisse. Sie hat einen geraden Chorschlufs und einen sehr breiten, niedrigen Thurm, von dessen Mauerwerk jedoch nur der untere Theil alt ist. Es scheinen mehrfache Veränderungen damit vorgegangen zu sein; von welchen bis jetzt aber nur der Abbruch der niedrigen Abseiten feststeht. Die Rundbögen zwischen dem Schiff und den ehemaligen Abseiten sind jetzt zugemauert; sie stützen sich an jeder Seite auf zwei viereckige Pfeiler und eine achteckige und eine runde Säule von der schwerfälligsten Form, mit ganz schlichten Capitälen, aus grofsen, glatt behauenen Granitstücken gearbeitet; was in der ganzen Gegend nicht weiter vorkommt. Da Loburg schon 965 nach Magdeburg hin verpflichtet wurde, so konnte möglicherweise diese Kirche, welche unstreitig die älteste in der ganzen Gegend ist, aus jener frühen Zeit stammen; indessen ist zu bemerken, dafs man bei solchen kleinen Kirchen in der Regel noch lange Zeit den ältern einfachen Baustyl beibehielt.

Die ***Klosterkirche zu Wester-Gröningen*** bei Halberstadt, deren schon 936 gedacht wird, meint der zuverlässige ***Fr. Kugler,*** könne möglicherweise ein Bau aus Heinrich I. Zeit sein. Sie ist eine Kreuzkirche, ohne westlichen Thurm, mit jetzt abgetragenen Abseiten und verändertem Chorschlufs, und mit einem steinernen, nicht hohen, achteckigen Thurm über der Mitte des Kreuzes

und mit einer der gewöhnlichen Doppel-Öffnungen in jeder Seite. Am westlichen Giebel hat die Kirche einen eigenthümlichen Einbau, mit sehr interessanten alterthümlichen Reliefs. Die Säulen des Mittelschiffs, welche jetzt vermauert sind, hatten, so weit es sich aus den schmalen, aus der Mauer vortretenden Streifen beurtheilen läfst, keine Verjüngung. Dieser Umstand ist bemerkenswerth. Allgemein wurden, als absichtliche Abweichung von der Antike, die Säulen erst in weit späterer Zeit nicht verjüngt; mehr nur die anliegenden Säulen, welche man überhaupt gar nicht mehr als Säulen betrachten, sondern lieber Rundstäbe nennen sollte. Die freistehenden Säulen behielten noch lange die Verjüngung bei; ausgenommen die mächtigen normännischen Säulenpfeiler Englands. Hier indefs scheint der Umstand keineswegs demjenigen hohen Alter zu widersprechen, welches die höchste Einfachheit der Verzierungen zu erkennen giebt; vielmehr möchte man annehmen, dafs man eher aus Unbeholfenheit, als aus Absicht, die Säulen nicht verjüngte; wie z. B. in der Crypta der Liebfrauenkirche zu Magdeburg von 1014, wo ebenfalls nicht verjüngte Säulenschäfte vorkommen. In wie fern die Form des Mittelthurms dem angenommenen hohen Alter widerstreitet, möchte schwer zu entscheiden sein. Mittelthürme kamen überhaupt in Norddeutschland nicht häufig vor; und die im benachbarten Thüringen sind jünger. Indessen ist diese Form im Süden uralt. Eher liefse sich ein Zweifel auf die Bogenfriese begründen, mit welchen das Äufsere der Kirche verziert ist; indefs werden wir sie an den weiter zu beschreibenden Kirchen Sachsens schon um das Jahr 1000 antreffen, so dafs durch sie die Gröninger Kirche wenigstens nicht sehr weit im Alter vorrücken würde.

Ein bemerkenswerther Bau ist die ***Klosterkirche zu Gernrode*** am Harz. Sie ist eine der Kreuzkirchen mit Abseiten, welche als Nachbildung südländischer Formen zwei Stockwerke haben, deren zweites durch eine offene Gallerie mit dem Innern der Kirche verbunden ist. Das Dach der Abseiten, hoch hinangehend, läfst wenig Raum unterm Gesimse des Mittelschiffs übrig; so dafs die Fenster des Mittelschiffs klein und niedrig sind und ganz dicht unter der Decke stehen. Überall sind die Decken gerade und von Holz; natürlich mit Ausnahme der Tribunen, welche die gewöhnlichen halben Kuppelgewölbe haben. Das Gewölbe der östlichen Tribune ist mit einem Gemälde verziert. Dieser Tribune gegenüber springt eine zweite an der westlichen Fronte vor. Aufserdem sind zwei kleinere Abseiten östlich vor den Kreuz-Armen vorhanden. Unter der grofsen Tribune, dem Chor und der

Capelle zwischen den Thürmen, befinden sich zwei Crypten. Aufserdem ist noch zweier, wahrscheinlich später eingehauter Gewölbe zu ebner Erde in dem Kreuz-Arm, und eines kleinen Gewölbes mit höchst interessanten und sehr alten Reliefs in der südlichen Abseite zu gedenken. Die 5 Bogen an jeder Seite zwischen Schiff und Abseite werden abwechselnd durch Pfeiler und starke Säulen mit Kelchcapitälen unterstützt. Die erste Bogenweite vor dem westlichen Giebel ist quer durch von der übrigen Kirche durch hohe Bogen-Öffnungen mit vortretenden Pfeilern getrennt; so dafs der Raum dahinter, mit Einschlufs der Halle zwischen den Thürmen und der westlichen Tribune, wahrscheinlich im zweiten Stockwerk den Chor für die Nonnen bildete. Eigenthümlich sind die beiden Thürme. Sie haben eine runde Grundform, im Innern nur Raum für die Windeltreppe, und überragen den sehr breiten, hohen und vortretenden Zwischenbau nur wenig, dessen Satteldach nach Westen und Osten hin keinen Giebel, sondern die Traufe zeigt. Eben so eigenthümlich roh ist die Detailbildung. Das untere, fast bis zur Traufe des Mittelschiffs reichende Geschofs der Thürme ist voll und glatt; nur hat jeder Thurm zwei stark vortretende schmale Wandpfeiler; das zweite Geschofs ist von weit geringerer Höhe, reicht ziemlich bis zum Forst des Kirchendaches hinan, und ist ringsum mit ganz nahe an einander stehenden Pilastern mit plumpen Capitälen, doch ohne Basen, besetzt; über welche Pilaster am südlichen Thurme kleine Bogen (die, wenn man die Pfeiler wegnähme, fast Vorbilder der Bogenfriese zu sein scheinen könnten) und am nördlichen sparrenartig zusammengestellte Steine vor die Mauer vortreten. Das dritte Geschofs ist (beim südlichen Thurme zweimal) abgesetzt, und noch niedriger, und glatt. Das vierte ist wieder abgesetzt, und abermals niedriger. Die Forst des Zwischenbaues ragt nur eben über, mit kleinen Doppel-Öffnungen; der Zwischenbau hat wieder Doppel-Öffnungen, deren man drei in jeder Front dicht unter der Dachtraufe sieht. Das Ganze hat offenbar den Character eines rohen Versuchs einer eigenthümlichen Gestaltung, bei welcher die römischen Details (namentlich die Pilaster) schon auf eine Weise vorkommen, welche die antike Bedeutung vernichtet und einen neuen Geist verkündet, der sich, freilich noch wie sich selbst unbewufst, und darum sehr abentheuerlich ausspricht. Es ist fast unzweifelhaft, dafs wir hier einen der frühesten Versuche vor uns haben, die westliche Seite auf die dem deutsch-romanischen Baustyl eigenthümliche Art mit zwei Thürmen und einem Zwischenbau zu gestalten. Zugleich sehen wir ein Beispiel, wie die Thürme, ohne eigentlich künstlerisches Motiv aus dem Bedürfnifs hervorgehn

konnten. Der Zwischenbau zwischen den Thürmen, dessen Entstehung aus dem Bedürfnifs eines zweiten westlichen Chors (wie in dem Grundrifs der Klosterkirche zu St. Gallen) hier auf das bestimmteste durch die angebaute Tribune sichtbar ist, und der seinerseits die Kirche selbst nur um ein niedriges Stockwerk, welches wohl für die Glocken bestimmt war, überragt, zeigt sich durchaus als die Hauptsache. Die Thürme mit ihrer geringen Breite, in ihrer runden Form, und mit nicht mehr als der gerade nothwendigen Höhe, sind nichts weiter als Treppenthürme, und zeigen sich auch nur lediglich als solche. Damit soll indessen die frühzeitige Anerkennung oder Ahnung ihrer ästhetischen Bedeutung nicht geleugnet werden; dieselbe macht sich gleich darauf dadurch geltend, dafs man statt des zweiten Chors eine Vorhalle anordnete und den Thürmen eine bedeutende Höhe gab. Allein es würde doch kaum erklärlich sein, wie zu einer Zeit, wo man in der Hauptsache überall noch fremde Vorbilder nachahmte, eine so wesentliche Erfindung ohne nähere practische Veranlassung gemacht worden sein sollte. Übrigens ist zu bemerken, dafs, wenn anders die Zeichnung bei *Puttrich* genau ist, der Meinung *Puttrichs* und *Kuglers* entgegen, die Thürme, der Zwischenbau und die Tribune der ursprünglichen Anlage angehören; wenngleich sie wahrscheinlich der zuletzt und vielleicht erst nach mehren Decennien vollendete Theil des Baues sind. Es folgt dies unleugbar aus statischen Gründen; denn die Mauern der Thürme sind nirgend so stark, dafs doppelte Mauern vermuthet werden könnten. Ein blofses Ansetzen war bei der runden Form nicht wohl möglich; ein späterer Anbau der Tribune, welche die lichte Breite des Zwischenbaues hat, würde aber die Erneuerung der ganzen Frontwand des letztern zur Folge gehabt haben, und diese Erneuerung konnte nicht gemacht werden, ohne deutliche Spuren zurückzulassen, von denen nichts erwähnt wird. Eben so wenig zeigt sich eine Fuge zwischen dem Giebel des Zwischenbaues und der Front des Mittelschiffs; welche beide in *einer* Flucht liegen, und welche, wenn der Zwischenbau jünger wäre, vorhanden sein müfste. Eine gleiche unbeholfene Behandlungsweise der Formen treffen wir auch an der östlichen Tribune an, wo ganz willkürlich zwei Halbsäulen oder starke Rundstäbe emporgehen, deren Capitäle vor das Gesims frei in die Luft hinaustreten. Im Innern haben natürlich die Säulen und die Gallerieen gröfsere Mannigfaltigkeit, die jedoch, da hier im Allgemeinen südländische Vorbilder zum Grunde lagen, nicht in Betracht kommt. Im Einzelnen sieht man die gleiche rohe Behandlungsweise; namentlich sind die Gliederungen alle äufserst flach; der Bogenfries kommt nirgend vor, und die Eckblätter an

den Basen finden sich ebenfalls nicht an den entschieden alten Theilen der Kirche; hingegen die Ecken der innern Pfeiler sind ausgekehlt. Aller dieser Umstände wegen ist es wahrscheinlich, dafs einestheils das gegenwärtige Gehäude im Wesentlichen noch dem ersten Bau, welcher im Jahre 960 angefangen wurde, angehört, und dann, dafs es von deutschen Baumeistern und Arbeitern ausgeführt wurde.

Die ***Liebfrauenkirche zu Halberstadt,*** um das Jahr 1000 erbaut, bedeutender als die vorigen Kirchen, aber auch noch einfacher und in den Details ebenfalls noch unbeholfen und roh, zeigt doch schon eine merkliche Fortbildung. Ihre westlichen Thürme sind viereckig, viel bedeutender, und stehen mit der Kirche in einem mehr wesentlichen Zusammenhange. Die Abseiten, vielleicht auch die Kreuz-Arme und der Hohechor, waren überwölbt; das Mittelschiff hatte früher eine hölzerne Decke. Die Bogen zwischen dem Schiff und deren Abseiten ruhen auf lauter Pfeilern, statt Säulen. Den Kreuz-Armen sind westlich zwei andere Thürme hinzugefügt, und östlich ist an jeder Seite eine Capelle mit Absis angebaut, durch welche die Haupttribune mit den beiden Neben-Absiden in nähere Beziehung tritt. Die östlichen Nebenthürme, welche nicht die später gewöhnliche Stellung östlich neben den Kreuz-Armen haben, sondern westlich daneben stehen, sind ohne zureichendes Fundament auf die ersten Gewölbetheile der Abseiten gesetzt und können nicht im ursprünglichen Plane gelegen haben, müssen indessen gleichzeitig mit dem obern Theile des Schiffs gebaut worden sein, da ihr Mauerwerk, wie sich bei dem Abtragen des einen gefunden hat, mit der Mauer des Schiffs verbunden war. Sie haben schon die achteckige Form, ziemlich steile Kegeldächer, und ein schlankes Verhältnifs; sie überragen das Kirchendach zwei Stockwerke hoch, mit ziemlich grofsen, getheilten Bogen-Öffnungen. (Getheilt nennen wir Öffnungen, wenn innerhalb des gemeinschaftlichen Bogens zwei zurückspringende kleinere Bogen in der Mitte auf einer Säule ruhen; während Öffnungen, die zwar auch durch eine Säule getheilt sind, deren Bogen aber die volle Mauerdicke einnehmen und keinen gröfsern Bogen über sich haben, Doppel-Öffnungen heifsen sollen.) Die Hauptthürme sind breiter, aber nicht höher als die vorigen, und haben ähnliche Öffnungen; sie lassen schon die hohen Giebel sehen: so wie die eigenthümlichen schwerfälligen Dächer, die daraus entstehen, dafs die Giebel nicht vortreten und von deren Grad-Ecken nach der Thurmspitze laufen: eine mifsverstandene Construction, welche die Bedeutung der Giebel wieder aufhebt, und welche zu jenen abentheuerlichen Bildungen gehört, die

wir im romanischen Styl so häufig antreffen. Auch der späte Limburger Dom hat bekanntlich solche Thurmdächer. Auch ist hier zu bemerken, dafs die obern Stockwerke der Hauptthürme schon den Bogenfries und die Einfassung mit Lisenen zeigen. Die Abseiten haben jetzt ein eigenthümliches Gewölbe, welches sich eigentlich als ein spitzbogiges Tonnengewölbe mit ineinandergereihten niedrigen, ebenfalls spitzbogigen Stichkappen zu beiden Seiten darstellt. Diese Gewölbe sind natürlich nicht die ursprünglichen, von welchen sich nur die beiden ersten (rundbogigen) Abtheilungen neben den Kreuz-Armen erhalten haben; wahrscheinlich, weil man der darauf stehenden Thürme wegen hier die alten Gewölbe nicht abtragen konnte. Dafs die Abseiten ganz überwölbt waren, scheint daraus hervorzugehn, dafs die Mauern stark hinausgedrängt sind, während die jetzigen Gewölbe keine Risse zeigen, die vom Ausweichen entstanden sein könnten; so dafs also die Mauern schon früher ausgewichen sein müssen; wahrscheinlich doch in Folge des Seitendrucks der Gewölbe. Zugleich scheint dieser Umstand zu beweisen, dafs man die Überwölbung der Abseiten erst während des Baues beschlofs, weil man sonst wohl die Mauern stärker gemacht haben würde. Bei näherer Betrachtung der nördlichen Abseitenmauer könnte es fast scheinen, als ob auch die Hauptthürme später aufgebaut wären; denn wahrscheinlich ist doch die Abseitenmauer gleich mit angelegt. Diese Mauer ist nun aber mit dem Thurme nicht verbunden; wohl aber hängt die obere Mauer des Mittelschiffs mit den Thürmen zusammen; so dafs also die Thürme noch während des Baues selbst beschlossen sein müssen. Das Mittelschiff hat, wie es sich beim Abtragen des später eingespannten Gewölbes gezeigt hat, eine bemalte Balkendecke. Dem Gewölbe verdanken die von aufsen unregelmäfsig gegen die Mauer des Mittelschiffs angeklebten Strebepfeiler ihre Entstehung. Die Kreuz-Arme und der hohe Chor haben glatte Kreuzgewölbe, welche die ursprünglichen zu sein scheinen. Dafs diese Theile einer Kirche gewölbt sind, während das Schiff eine hölzerne Decke hat, kommt öfter vor. Die Pfeiler im Innern zwischen Schiff und Abseiten sind viereckig, ohne Gliederung, und die Capitäle haben eine ganz einfache, auf die Antike deutende Profilirung. Auch an sonstigen architektonischen Verzierungen leidet die Kirche im Innern Mangel: ihr Hauptschmuck scheint Malerei gewesen zu sein, von welcher sich vielfache beachtenswerthe Spuren erhalten haben.

Die *Liebfrauenkirche zu Magdeburg* aus dem Jahr 1014, ebenfalls eine Kreuzkirche mit Abseiten, zeigt uns wieder an der westlichen Seite einen

sehr hohen Zwischenbau mit zwei runden Thürmen. Der Zwischenbau ist nur schmal, springt jedoch vor die Thürme bedeutend vor. Der untere Theil der Thürme und des Zwischenbaues ist von behauenen Quadern ganz glatt aufgeführt und in der Mitte und oben mit flachen Gesimsen umgürtet, von welchen das obere einen fein gewürfelten Abschnitt hat. Von hier ab ist der Bau nur aus Bruchsteinen und bis zu einer beträchtlichen Höhe weiter geführt: jedoch sind die Thürme mit jenen zierlichen hinanlaufenden Rundstäbchen in angemessenen Abständen umgeben und mit Bogenfriesen, die gleich den Stäbchen gut aus Sandstein ausgearbeitet sind, mehremals umgürtet. Die hier und am Zwischenbau zahlreich angebrachten Bogen-Öffnungen sind theils gedoppelt, theils getheilt. Der Zwischenbau hat nach Westen und Osten hohe Giebel und in jedem Giebel drei Doppel-Öffnungen, welche sehr schlank sind und von denen, der Giebelform analog, die mittlere bedeutend höher ist, als die andere. Die Seiten-Öffnungen schliefsen sich nach der Mitte zu mit einem halben Bogen (Viertelkreis) stumpf gegen die Seitengewände an: eine Form, welche, so unpassend sie an sich ist, doch schon als eine unwillkürliche Äufserung eines innewohnenden Verlangens nach *Emporstreben* angesehn werden könnte. Die Kirche selbst, von welcher der Chorschlufs in germanischer Zeit erneuert wurde, ist wieder von Bruchsteinen aufgemauert und aufsen ganz einfach. Blofs an dem freistehenden südlichen Kreuz-Arm finden sich Ecklisenen, mit Bogenfriesen dazwischen, doch von sehr roher Arbeit und blofs aus Bruchsteinen; auch finden sich hier einige Fenster mit einem in der innern Ecke liegenden sehr flachen Rundstab, welcher im Bogen herumläuft und im Kämpfer Capitäle und unten Basen hat. Im Innern ist die Kirche im dreizehnten Jahrhundert ganz umgebaut, indem man die Wände mit Spitzbogen verblendet, die Räume überwölbt und die alten Pfeiler mit den Gurtfortsetzungen umbaut hat. Die ursprüngliche Gestalt der Kirche ist indessen noch deutlich zu erkennen. Zwischen dem Schiff und den Abseiten befinden sich an jeder Seite 9 Bogen, welche sich, aufser auf zwei Säulen, die einander gegenüber die vorletzten vor dem Kreuz-Arme sind, auf viereckige Pfeiler stützen, die theils glatt sind, theils geschmiegte, theils gekehlte Ecken haben: zwei mit einem Einschnitt und zwei Kehlen, die andern mit flachen Rundstäben. Die Basen sind sämmtlich durch das neue Pflaster versteckt; die Capitäle sind einfach profilirt, theils mit den gewöhnlichen flachen Hohlkehlen, theils mit einem geraden Abschnitt, in welchen Riemengeflechte und Sculpturen nach alterthümlicher Weise ganz flach eingemeifselt sind. Ein flaches Band

mit eben solchem Riemengeflecht zog sich über die Abseitenbogen in der Kirche herum. Auffallend ist die oben gedachte saubre und scharfe Arbeit der Rundstäbchen und Bogenfriese am obern Theile der Thürme; indessen ist hiernach, so wie wegen der Verschiedenheit des Materials, wohl kein Zweifel, dafs der obere Theil der Thürme jünger ist, als die Kirche; zwar nicht um so viel, dafs man eine spätere Erneurung annehmen müfste, doch aber um so viel, dafs man den obern Theil der Thürme als den zuletzt vollendeten Theil des sehr langsamen, vielleicht unterbrochenen Baues ansehen kann. Der Crypta unter dem Chore gedenken wir später.

Die letzte Kirche, welche wir hier noch betrachten wollen, ist die *Schlofskirche* zu *Quedlinburg,* zwischen 997 und 1021 erbaut; mit Ausnahme des später im germanischen Styl erneuten Hohenchors, und des noch späteren Thurms. Wiederum haben wir es mit einer Kreuzkirche mit Abseiten und hölzerner Decke zu thun. Schiff und Abseiten sind durch Pfeiler und Säulen in abwechselnder Stellung geschieden. Erstere sind ganz glatt und ohne Capitäl, letztere, je zwei zwischen zwei Pfeilern, haben hohe und flache Basen und plumpe Würfelcapitäle ohne Aufsätze: die gegenüberstehenden sind von gleicher Form. Aufsen sind die Mauern der Abseiten, so wie des Mittelschiffs, durch hinauflaufende, nicht verjüngte Halbsäulen, oder, richtiger, durch dicke, kaum halb vortretende Rundstäbe zwischen den Fenstern in Felder getheilt, und unter das Gesims läuft ein schwerer Bogenfries hin; die Ecke desselben ist jedoch schon mit einem Einschnitt verziert; als ob kleinere Bogen in den gröfsern angebracht wären. Das Gesims über diesem Friese ist ein gerader Abschnitt, und theils mit Blumen, theils mit Grotesken verziert; die Arbeit ist noch ganz flach und roh. Auffallend ist die Gröfse der Fenster, von denen die der Abseiten nicht halbkreisförmig, sondern mit Segmenten überwölbt sind: man mufs die letztern Fenster für später erweitert halten.

§. 127.

Über den Bau der Crypten.

Man ist gewohnt, die Crypten für älter, als die darüber gebauten Kirchen zu halten, insofern Zweifel über die Gleichzeitigkeit ihres Baus Statt findet: eine Annahme, welche, wenn sie sich als unbegründet erweisen sollte, offenbar vielfache Schwierigkeiten machen würde und also einer gründlichen Erörterung bedarf. So viel ist gewifs, dafs, wenn alle Crypten wirklich das hohe Alter hätten, welches man ihnen giebt, manche Formen, wie z. B. die Eck-

blätter auf den Basen der Säulen, bei weitem älter sein müfsten, als die neuere Critik es behauptet; und es ist auffallend, dafs selbst von Denen, welche der letzteren anhängen, keine Zweifel gegen die obige Annahme erhoben werden; wie denn ganz neuerlich Dr. ***Kugler*** zugiebt, dafs der mittlere Theil der Crypta zu Naumburg dem ursprünglichen Baue angehöre, während doch die Säulen, aufser andern Merkmalen einer spätern Entstehungszeit, ebenfalls jene Eckblätter haben. Man zweifelte wahrscheinlich wohl darum nicht, weil man ohne Weiteres voraussetzte, dafs der untere Theil eines Gebäudes aus statischen Gründen nicht jünger sein könne, als der obere: untersuchte indessen nicht genauer, ob die Crypten mit dem Fundamente des Gebäudes auch in unmittelbarer Verbindung stehen. Man sollte meinen, es müsse von vorn herein auffallen, dafs der ältere Bau dieselbe Breite und gewöhnlich auch noch dieselbe Chorlänge gehabt habe.

Wir betrachten zuerst die interessante ***Crypta der Schlofskirche zu Quedlinburg***, welche die Sage für den von Heinrich erbauten Münster ausgiebt. Sie ist wie gewöhnlich dreischiffig, und tritt in das Kreuz hinein, wo sie auch noch offene Seitencapellen hat. Sie ist mit rundbogigen Kreuzgewölben bedeckt, welche auf Säulen ruhen. Aus der südlichen Abseite führt westlich ein Gang hinunter zu mehreren kleinen Gemächern, unter welchen sich eine ganz kleine Capelle mit Absis auszeichnet, welche vorn durch drei Bogen-Öffnungen, auf zwei interessanten kleinen Zwergsäulen ruhend, mit dem davor durchlaufenden Gange verbunden ist. Die Säulen der Crypta, unter denen auch einige *achteckige* vorkommen, haben ein ziemlich schlankes Verhältnifs, attische Basen, und theils Würfel-, theils Kelch-Capitäle; welche letztere jedoch den antiken nicht nachgebildet zu sein scheinen. Die Arbeit an den Säulen und Capitälen unterscheidet sich wesentlich von der weit rohern Arbeit in der Kirche, so dafs beide, die Crypta und die Kirche, in keinem Falle demselben Bau angehören können. Es liefse sich nun zwar, um das höhere Alter der Crypta nicht aufzugeben, die feinere Arbeit daraus erklären, dafs Heinrich fremde Künstler herbeigerufen habe, während ein Jahrhundert später die Sachsen selbst, aber noch sehr unbeholfen gebaut hätten. Abgesehn aber davon, dafs sich dieser Erklärung manche anderweite Schwierigkeiten entgegenstellen, worunter auch der Umstand, dafs die Capitäle sehr wenig auf die Antike deuten; so wie von der Unwahrscheinlichkeit, dafs man in 100 Jahren nicht weiter gekommen sein sollte, wenn man die Vorbilder so nahe vor Augen hatte, und dafs man diese nicht wenigstens in der Form nachzubilden versucht haben sollte: so ist

es auch aus andern Gründen wahrscheinlich, dafs die Crypta einer spätern Zeit angehöre und zwischen die alten Mauern hineingebaut sei. Denn einestheils befindet sie sich nicht *unter*, sondern *über* der Erde; gleich als wenn man gefürchtet hätte, durch Aufgraben die Fundamente der Kirche zu gefährden: andertheils, und noch deutlicher, spricht der östliche Schlufs der Crypta für unsere Meinung. Statt einer eigenen, halbrund geschlossenen Tribune nemlich, wie sie sich bei jeder einzelnen alten Capelle findet, bildet hier die Fortsetzung, oder richtiger der untere Theil der Kirchentribune (der ursprünglichen nemlich, da der Hohechor der Kirche später im germanischen Styl erneut ist) den Schlufs. Diese Tribune ist nun natürlich breiter als das Mittelschiff der Crypta, welches letztere mit seinem Gewölbe auf eine Weise hineinläuft, dafs man deutlich sieht, wie jene halbrunde Mauer früher da war, als die Crypta.

Noch bestimmter erkennt man den spätern Einbau einer Crypta in der weiter unten zu erwähnenden ***Klosterkirche zu Jerichow,*** mit welcher man halb in die Erde hineinging. Hier sind noch in der Mitte der Höhe die Fundament-Absätze der Mauern sichtbar. Der östliche Schlufs ist dem andern ganz ähnlich; nur dafs die Crypta sonderbarerweise zweischiffig ist.

Vergleicht man nun die Quedlinburger Crypta mit den Crypten der schon erwähnten Kirchen zu ***Gernrode*** und der ***Liebfrauenkirche zu Magdeburg,*** wo die Gleichzeitigkeit ihres Baues mit dem der Kirche nicht zu bezweifeln ist, so findet man bei letzterer nicht allein einen regelmäfsigen östlichen Schlufs, sondern auch eine bei weitem *einfachere Architektur.* Die östliche Crypta zu Gernrode hat einen flach gerundeten Schlufs, und im Mittelschiffe eine besondere kleine Tribune. Die Gewölbe sind ganz einfach, und statt der Säulen zeigen sich ganz glatte viereckige Pfeiler. In der Crypta unter der Liebfrauenkirche zu Magdeburg sieht man zwar denselben halbrunden Schlufs, welchen die obere Kirche hat; indessen nimmt er die *ganze* Breite der Crypta ein, wogegen in Quedlinburg die Tribune nur um etwas breiter ist, als das Mittelschiff der Crypta; auch geht die Consequenz der Anlage daraus hervor, dafs in der halbrunden Schlufsmauer für jedes Schiff der Crypta eine besondere kleine Tribune oder Altar-Nische angebracht ist. Die Kreuzgewölbe haben hier vortretende Längen- und Quergurte; aber nur mit rechtwinkligem Profile. Wenn man nun die Säulen betrachtet, so überzeugt man sich leicht, dafs diese Crypta wenigstens ebenso alt ist, wie die Kirche selbst (1014), und dafs Arbeiten, wie an den Crypten zu Quedlinburg, Naumburg, Memmleben u. a. unmöglich aus derselben Zeit sein können. Die Schäfte der

Säulen sind, ohne übermäfsig dick zu sein, nicht verjüngt, aber dabei zum Theil aus kostbarem Material: der eine aus polirtem Granit, ein zweiter aus Marmor, ein dritter aus unreifem Porphir; die übrigen sind von Sandstein. Die Basen sind den attischen ähnlich; ohne Eckblätter; die Capitäle haben sämmtlich die allereinfachste Würfelform, ohne andere Verzierungen als eingerissene Linien, Sterne u. s. w., und die Arbeit daran ist so plump, dafs man einen *ersten* Versuch der Steinmetzen zu sehen glaubt. Es darf nicht unbemerkt bleiben, dafs die Arbeit auch gegen die an der Kirche selbst merklich zurücksteht; so, dafs man sich fragen möchte, ob nicht die Crypta älter sein möchte, als die Kirche. Indessen scheint doch der Grund der Verschiedenheit mehr darin zu liegen, dafs man vielleicht auf die Crypta im Allgemeinen weniger Sorgfalt verwendete, da eine früher angelegte Crypta schwerlich für die obere Kirche eine hinreichende Breite gehabt haben möchte.

In der schon gedachten Klosterkirche zu Wester-Gröningen befindet sich ein kleines Gewölbe unter dem sehr hoch gelegten westlichen Chor, welcher den früher erwähnten interessanten Einbau bildet. Es ist ein freier Raum, mit einem Tonnengewölbe überspannt. Indesen hat dieser Raum vielleicht nicht einmal einen kirchlichen Zweck gehabt. Zwar soll unter dem alten, jetzt abgetragenen Hohenchor eine eben so einfache Crypta gewesen sein; jedoch ist die Nachricht davon nicht verbürgt.

Die hier aufgezählten Beispiele genügen wohl, um zu beweisen, dafs *mitunter* die Crypten später als die Kirchen gebaut sind; und folglich haben wir eine sehr einfache Erklärung des oft vorkommenden Umstandes, dafs in manchen Crypten sich eine viel ausgebildetere Architektur findet, als in den Kirchen selbst, und wir brauchen uns nicht mehr irre machen zu lassen, wenn wir auf eine Gliederung, eine Capitäl- und Basenform, die im Allgemeinen als ein Erzeugnifs späterer Zeit bekannt ist, in einer Crypta unter einer erwiesenermafsen älteren Kirche treffen. Selbst da, wo die Crypten gröfstentheils oder doch ganz in der Erde liegen, würde der spätere Bau derselben nicht unmöglich gewesen sein, wenn die Fundamente nur tief genug waren. Dafs man die Fundamente unterfahren habe, möchte freilich wohl nicht vorausgesetzt werden können. Die tiefe Lage einer Crypta für sich allein ist eben so wenig ein bestimmtes, wenn auch wahrscheinliches Zeichen ihres höheren Alters, als ihre Lage über der Erde ein unzweifelhafter Beweis des Gegentheils ist; welches letztere aus der bedeutenden Erhöhung durch Stufen in der Zeichnung der uralten Kirche zu St. Gallen gefolgert werden mufs.

Noch ist bei den Crypten ein auffallender Umstand zu bemerken: nemlich dafs ihre Architektur, und mehr noch ihre Construction, der Antike treuer bleibt, als in den Kirchen selbst. Man findet Kreuzgewölbe, mit und ohne vortretende Quergurte; welches letztere keinesweges das Zeichen einer jüngeren Zeit ist, sondern eher das Gegentheil anzeigt. Diese Gewölbe ruhen auf Säulen, und nur selten auf Pfeilern. Wahrscheinlich war die geringe Höhe und die sich überall ziemlich gleich bleibende Hauptgestaltung des Baues, vielleicht auch die besonders heilige und geschichtliche Bedeutung der Crypten, die Veranlassung dazu.

§. 128.

Die Baukunst in Deutschland unter den fränkischen Kaisern 1024 bis 1125.

Wir schliefsen den Kirchen aus der Sachsenzeit (§. 126.) zunächst einige spätere aus derselben Gegend an. Besonders interessant ist die *Kirche des Klosters Huisburg bei Halberstadt* aus dem Jahr 1080. Sie ist wieder eine Kreuzkirche mit zwei Tribunen, und hat im Innern abwechselnd Pfeiler und Säulen. Das Hauptgebäude hat eine gerade Balkendecke; die Abseiten haben rundbogige Kreuzgewölbe, deren flach gegliederte Kreuzgurte und Schlufsrosetten (Quergurte sind nicht vorhanden) die spätere Entstehung der Gewölbe bezeugen, wenn nicht etwa die Glieder in späterer Zeit blofs in Stuck gezogen worden sind; was näher zu untersuchen sein würde. Im Äufsern ist das Gebäude ganz schmucklos, ohne Lisenen und Bogenfriese. Der Thurm ist jünger. Auch im Innern sieht man eine grofse Einfachheit, man möchte sagen Keuschheit der Architektur. Die Arbeit an den Basen und Würfelcapitälen ist wenig schärfer und saubrer, als an den früheren Kirchen; dagegen hat die ganze Anordnung angenehmere Verhältnisse und eine grofse, sich selbst bewufste Klarheit; so dafs man hier einen wesentlichen Fortschritt wahrnimmt, wiewohl freilich der Umstand sehr günstig einwirkte, dafs die Kirche rein von spätern Zusätzen blieb. Vorzugsweise ist an dieser Kirche die Anwendung des Prinzips der Theilung der Öffnungen im Grofsen auf den Bogen zwischen Schiff und Abseiten zu erwähnen. Zwischen je zwei Pfeiler, welche die ganz einfache quadratische Grundform haben, ist ein Rundbogen gespannt, welcher wieder durch zwei kleinere und weniger breite Bogen unterstüzt wird, die in der Mitte auf je einer Säule ruhen; wodurch denn die Last der hohen Mauer des Mittelschiffs sicherer unterstützt und überhaupt ein regeres Leben ausgedrückt, auch die abwechselnde Stellung der Säulen mehr motivirt wird.

Eine ähnliche Anordnung zeigt sich an zwei verwandten und benachbarten Kirchen, nemlich an der etwa gleich alten Kirche zu Drübeck, und an der Schlofskirche zu Ilsenburg (1087).

Ein bedeutender Bau ist die Kirche des Klosters zu ***Paulinzelle*** aus dem Jahre 1105. Hier ist das Äufsere mit Lisenen und Bogenfriesen verziert; im Innern findet man keine Pfeiler, sondern blofs Säulen, mit ganz einfachen Würfelcapitälen, die, wie in Linienmanier, mager verziert sind. Über den Säulen laufen schmale lothrechte Gliederungen bis zum Gurtgesimse hin, so dafs die Masse über den Bogen rahmenartig getheilt wird. Weiterhin sind die Bogen überhöht, d. h. es ist noch ein lothrechter Maueraufsatz auf das Capitäl gesetzt, welcher unmittelbar in den Bogen übergeht. Beide Anordnungen müssen als der arabischen Architektur entlehnt angesehen werden, von welcher späterhin die Rede sein wird. Eine ähnliche Anwendung eingerahmter Bogen zeigt sich an der Frankenburger Kirche zu Gofslar (1108).

Ähnlich geformt ist rücksichtlich des reinen Säulenbaues im Innern, mit einfachen Würfel-Capitälen, der Dom zu Constanz, mit achteckigen Capitälen (so weit dieser Bau der ersten Zeit angehört, von 1052); der Münster von Schaffhausen; die Aureliuskirche zu Huisburg (1011); die Kirche zu Alpirsbach (1098 geweihet); die Kirche S. Georg zu Cöln (gegen 1060), als Ausnahme, da am Mittel- und Niederrhein sonst fast nur Pfeilerbasiliken vorkommen; die Kirche zu Limburg an der Haardt (1030 gegründet); die sehr alte Kirche zu Höchst am Main (ausnahmsweise mit corinthischen Capitälen); die Kirche S. Jacob zu Bamberg (1073 — 1109), mit völlig arabischem Blätterwerk an einem der Capitäle; die Kirche zu Heilbronn (1136 geweihet); die Kirche S. Jacob zu Regensburg (1109 — 1120): sie ist ein höchst eigenthümliches Gebäude und den englisch-normannischen Kirchen ähnlich; unstreitig weil sie einem hier gestifteten schottischen Kloster angehörte); die Kirche auf dem Morizberge bei Hildesheim, u. s. w. Diese Beispiele sind gröfstentheils aus ***Kuglers*** Handbuch entnommen.

Zu den Kirchen, welche statt der Säulen Pfeiler im Innern haben, gehören der Dom zu Augsburg; von roher Bau-Art; die Kirche von Lorsch (nach 1090), mit eigenthümlich verzierten Kämpfergesimsen; die Kirchen zu Mittelheim und Johannisberg (aus dem Ende dieses Zeitabschnitts, oder noch jünger); die Kirche S. Michael zu Bamberg (1121 geweihet) u. s. w.

Die in den ältern sächsischen Kirchen vorherrschende Sitte, die Säulen mit Pfeilern wechseln zu lassen, kommt später nur noch selten vor; zunächst

im Dom zu Hildesheim; dann aber sonderbarerweise wieder in den Kirchen zu Rofsheim und Lutenbach, beide im Elsafs. Überraschend ist die Ähnlichkeit dieser Gebäude mit den früher genannten sächsischen Kirchen zu Huisburg, Drübeck und Ilsenburg rücksichtlich der getheilten Bogen zwischen Mittel- und Seitenschiffen, welche sich an einer Kirche im äufsersten Westen Deutschlands, an der Kirche S. Willibrod zu Echternach unweit Trier (1031 geweihet), zeigt. Auch hier stützen sich die Hauptbogen auf Pfeiler, und die je zwei kleinern Bogen innerhalb auf eine Säule mit corinthischem Capitäl. Man könnte, da in jener Zeit das frische Aufstreben roher Kraft in den rein-germanischen Ländern noch nicht, wie bald darauf, so bedeutende Resultate als die angeerbte Kunstliebe und Fähigkeit in den ehemaligen römischen Provinzen (so gesunken diese auch sein mochten) liefern konnte, in jener ältern Kirche zu Echternach leicht das Vorbild zu den sächsischen Kirchen sehn, wenngleich dagegen die grofse Entfernung wieder Bedenken erregt, insofern nicht etwa mehrere Beispiele vorhanden gewesen sind, die sich nicht erhalten haben. Das höhere Alter der Kirche zu Echternach erregt die oben angedeutete Vermuthung, dafs die sonderbare Sitte, Pfeiler und Säulen wechseln zu lassen, dieser Bogenconstruction ihre Entstehung verdanke.

Alle bisher genannten Kirchen haben, oder hatten ursprünglich, mit Ausnahme der Tribune und einiger Abseiten, gerade Balkendecken, und es ist zweifelhaft, ob man früher als 1125 gröfsere Gewölbe über den Mittelschiffen machte. Die vielen gewölbten Kirchen, namentlich am Rhein, gehören wohl erst der zweiten Hälfte des zwölften Jahrhunderts an; die in den älteren Kirchen jetzt vorkommenden Gewölbe sind entschieden aus späterer Zeit. Zwar sagt ***Kugler*** vom Schiffe des Doms zu Mainz (Handbuch der Kunstgeschichte S. 467), welches nach seiner Ansicht dem Bau von 1009 bis 1037 angehört, dafs es gleich Anfangs für Gewölbe angelegt war; indessen möchte dies ohne eine genaue Untersuchung schwer zu beurtheilen sein. Es kommt darauf an, ob die lothrechten Gurtfortsetzungen, mit den Pfeilern selbst, aus einem Stein bestehen; sie sind häufig gleichzeitig mit den Gewölben später vorgeblendet. Eher noch möchte der Dom zu Worms (1110 geweihet) gleich Anfangs für Gewölbe angelegt sein.

Was sich von ältern gröfsern Gewölben findet, sind Kuppeln über Baptisterien, und ähnliche Rund- Vieleck- und Quadratbaue; wie sie schon bei den Römern üblich und auch in der christlichen Zeit früher noch allgemeiner waren. Dahin gehören ein Rundbau zu Lonig; das Baptisterium bei S. Georg in Cöln

(1074), mit einer flachen oder sogenannten böhmischen Kuppel; die Capelle zu Kruckenberg in Hessen, zu Altenfurt bei Nürnberg, zu Steingoda in Baiern; die zwölfeckige Capelle bei Soest, mit zwei Säulenstellungen; die Kirche S. Michael zu Fulda mit niedriger Abseite u. s. w.

Von solchen Kuppeln ausgehend, konnte man nicht wohl auf die Überwölbung langgestreckter Räume, wie die Mittelschiffe es sind, kommen, und obwohl sich auch davon einige Beispiele finden, so sind sie doch zu vereinzelt, um allgemein zu gelten. Weit eher mufsten die längst früher bekannten, mit Kreuzgewölben überspannten Klostergänge und Abseiten darauf führen; denn man brauchte ja nur dieselbe Construction auf gröfsere Spannungen anzuwenden. Dies hätte allerdings schon sehr früh geschehen sein können; wir mögen indessen die Überwölbung der Mittelschiffe nicht früher als etwa in die Mitte des zwölften Jahrhunderts setzen, vornemlich weil sich die mit dieser Überwölbung nothwendig verbundene gänzliche Veränderung der Bau-Art (von welcher später noch ausführlicher die Rede sein wird) nicht wohl mit den in allen andern Stücken wahrzunehmenden geringen Fortschritten bis zu jenem Zeitpunct vereinigen läfst. Kreuzgewölbe von gröfserer Spannweite waren zwar an sich so schwierig nicht: wie aber sollte man ihnen über den Mittelschiffen der Kirchen ein hinreichendes Widerlager verschaffen? Für die Abseiten, deren Gewölbe ohnehin einen ungleich geringeren Seitendruck ausübten, konnte man die Mauern so stark machen als man wollte, nicht aber für die Mittelschiffe, deren Mauern auf einzelnen Säulen und Pfeilern ruhten; und von der spätern sinnreichen Construction mit Strebepfeilern, welche auf den Quergurten der Abseitengewölbe stehen, kann in jener frühen Zeit noch nicht die Rede sein. In der That sind an den meisten uns bekannt gewordenen ältern Kirche die obern Mauern zu schwach für den Seitendruck der Gewölbe; andererseits haben diejenigen unter ihnen, welche später, meistens erst im dreizehnten Jahrhundert, Gewölbe erhielten, früher glatte Mauern gehabt und sind erst, wie es sich deutlich erkennen läfst, gleichzeitig mit der Überwölbung durch Strebepfeiler oder Strebebogen von Aufsen, oder durch starke, vorgelegte Gurtpfeiler von Innen verstärkt worden. Dagegen finden sich alte Kirchen, in welchen das Mittelschiff eine hölzerne Decke hat, oder hatte; die Kreuz-Arme und der Chor hatten Kreuzgewölbe, welche der Form nach ursprünglich sein können: ein Umstand, welcher die obige Ansicht indirect bestätigt; denn hier waren gerade die schwachen Stellen, nemlich diejenigen, wo ein Quergurt und zwei Kreuzgurte zusammenstofsen, durch die sich kreuzenden Mauern

völlig gesichert, während die freiliegenden Ecken, die stärker waren, weniger Druck auszuhalten hatten. In der That: wenn man die vielen mangelhaft construirten Kreuzgewölbe in den Kirchen aus dem Anfange des dreizehnten Jahrhunderts betrachtet (z. B. den Magdeburger Dom, die Kirchen S. Martin zu Cöln, S. Maria auf dem Capitol daselbst und viele andere), so möchte man fast den oben zugestandenen Zeitpunct der Entstehung überwölbter Mittelschiffe um die Mitte des zwölften Jahrhunderts für noch zu früh halten; oder man müfste annehmen, dafs das damalige Streben nach Mannigfaltigkeit die Baumeister zu Mifsgriffen verleitet habe; was freilich um so eher sein könnte, da sich hauptsächlich nur in den rheinischen Kirchen solche Unregelmäfsigkeiten an glatten Gewölben zeigen, in den nördlichen Gegenden dagegen gröfstentheils nur die neuern Kreuzgewölbe, mit vortretenden Rippen, nicht gut construirt sind; so dafs man wohl nur diese noch nicht regelrecht zu machen verstand. In den Rheingegenden konnte die blofse Vorliebe für die altrömische Bau-Art, wie wir sie auch in andern Beziehungen antreffen, zu jenen sonderbaren Gewölbformen führen, die namentlich, wenn anders die Boisserésschen Zeichnungen ganz richtig sind, als ein Gemisch aus Tonnen- und Kuppelgewölben in S. Maria auf dem Capitol vorkommen.

Wir wollen uns, ehe wir weiter die nun bald rasch vorschreitende Entwicklung der Baukunst in Deutschland verfolgen, die bisher aufgezählten Kirchen, um den allgemeinen Standpunct der Baukunst bis zum Anfange des zwölften Jahrhunderts ins Auge zu fassen, noch einmal vergegenwärtigen. Schon bei den Kirchen aus dem 10ten und dem Anfange des 11ten Jahrhunderts treffen wir im Vergleich zur altchristlichen Bau-Art Eigenthümlichkeiten an, von welchen es freilich bei einigen zweifelhaft bleibt, ob sie doch nicht aus Italien stammen, oder mehr noch aus dem Byzantinischen entlehnt sind; deren Mehrzahl indessen als ein Ausflufs des germanisch-christlichen Geistes beansprucht werden kann. Die Basilica, mit Ausschlufs der quadratischen und Rotundenform, wurde zwar im Allgemeinen beibehalten, jedoch bei gröfsern Kirchen nur in der Form des lateinischen Kreuzes; welche Form früher mehr nur ausnahmsweise vorkommt. Diese Form wurde durch Verlängerung des Hauptschiffes, östlich über den Kreuz-Arm hinaus, bestimmter ausgebildet, und so zugleich ein geräumiger Hohechor geschaffen, an welchen die Tribune, die früher den ganzen Hohenchor ausmachte, als Altar-Nische angebaut ist. Häufig sind in den östlichen Winkeln der Kreuz-Arme besondere Capellen, ebenfalls mit Altar-Nischen, nach Osten angebaut. Am westlichen Ende der Kirche scheint

in der ältesten sächsischen Zeit ein hoher Vorbau, gleich hoch mit dem Kreuze, vielleicht schon damals als Vorhalle, mit einer Loge oder einem Chor darüber, gebräuchlich gewesen zu sein, obgleich die ältesten Kirchen hier keinen Eingang haben; was indessen bei den wenigen Beispielen Zufall sein kann; zumal es Klosterkirchen waren. Diese Anordnung machte sich gegen die niedrigen Säulen-Vorhallen der antiken und der altchristlichen Bauwerke als sehr eigenthümlich geltend, und gewann sehr bald eine Ausbildung, wie sie noch keiner der ältern christlichen Baustyle erfahren hatte. Es verwandelte sich nemlich jene einfache Vorhalle in einen höchst bedeutsamen, den Haupt-Eingang und dadurch das ganze Gebäude kräftig und schön characterisirenden Vorbau, mit zwei Thürmen und einem niedrigen, jedoch das Mittelschiff noch überragenden Zwischenbau; alles in innigem Zusammenhange mit der dreischiffigen Kirche. Daneben erhielten sich zwar die aus dem Motiv der griechischen Kuppel hervorgegangenen Mittelthürme über dem Herzen des Kreuzes, aber durch das Hinausrücken des Hohenchors und durch die veränderte Stellung des Altars wurde ihre eigentliche tiefere Bedeutung verlöscht; sie wurden jedoch im reingermanischen Deutschland bald seltener, und es wurden dagegen mitunter östliche Nebenthürme angebaut, die weniger motivirt und zu billigen sind, jedoch das allgemeine, noch unklare Streben nach Höhe (vielleicht auch nach Herstellung des Gleichgewichts) zu erkennen geben. Die Säulen verloren zum Theil, wenn auch, insofern sie freistehen, wohl nur aus Unkunde, ihre Verjüngung, und bekamen fast allgemein die für Gewölbe zweckmäfsiger geformten Würfelcapitäle. Wir haben es oben (§. 119.) für möglich gehalten, dafs die Würfelknäufe eine byzantinische Erfindung sind. Hierbei ist auf einen wesentlichen Unterschied in der Grundform aufmerksam zu machen. Die byzantinischen derartigen Capitäle haben nemlich einen niedrigen Würfel, durch eine Hohlkehle unterstützt, welche auf dem Schaftringe aufsteht: die in Deutschland allgemeine Form dagegen zeigt in jeder Front einen nach unten hängenden Halbkreis, als ob man sich an einer wagerechten Decke die halbe Säule nach allen vier Seiten fortlaufend und abgeschnitten gedacht hätte. Die Idee des Wiederkehrens und der abgeschnittenen wagerechten Fortsetzung einer Gliederung, welche sich hier zeigt, kommt an den mittelalterlichen Bauwerken in Deutschland sehr häufig vor. Dieser Umstand, und ferner die grofse Einfachheit der ältern Capitäle dieser Art, ohne alle andere Verzierung als willkürliche Arabesken, und selbst die ungeschickte und unorganische Verbindung der Capitäle mit dem Schafte, sprechen dafür, dafs diese Form der Würfelknäufe eine Erfindung

der germanischen Frühzeit ist. Entschiedener noch zeigt sich die Vernichtung des antiken Geschmacks bei den Halbsäulen, welche ohne Verjüngung und mit sehr schlanken Verhältnissen fast zu förmlichen Rundstäben werden, und ferner in der Vertauschung der Säulen mit Pfeilern, welche letztere nun schon Eckgliederungen erhielten. In diesem Punct ist an die bedeutsame Anordnung in den Kirchen zu Echternach, Hnisburg u. s. w. zu erinnern, wo die Hauptbogen auf Pfeilern, die kleinen Unterstützungs- und Ausfüllungsbogen aber auf Säulen ruhen. Erinnert man sich, dafs in Sachsen diese Bogen-Construction vergessen, demungeachtet aber die abwechselnde Stellung der Säulen und Pfeiler beibehalten wurde, so sollte man fast glauben, dafs hier weniger die in jener Zeit überall weder zu erwartende, noch wahrzunehmende Absicht der statischen Bedeutsamkeit (nemlich der bessern Unterstützung der langen Mauern), als vielmehr das auf die Construction mit Kreuzgewölben hinweisende dunkle Streben nach Theilung der langen Räume, um ein Emporstreben hervorzubringen, der Anordnung zum Grunde gelegen habe. Ein merkwürdiges Beispiel zeigt uns unter andern die Kirche zu Gernrode, wo man in den Gewölb-Anfängen über den Säulencapitälen Dreiecke eingehauen hat, so dafs es scheint, als ob die Last blofs mit vier Spitzen auf den Ecken der Capitäle aufläge. Hat man hier eine scheinbare Erleichterung der Last beabsichtigt, so ist die Absicht verfehlt, insofern die Unterstützung dadurch den Anschein der Zerbrechlichkeit bekommen hat. Man könnte hier ein frühestes und übertriebenes Beispiel der spätern Kühnheit zu sehen glauben; doch widerspricht dem die plumpe Schwere aller andern Formen. Die Gesimse gehen jetzt von dem geraden Abschnitte oder der einfachen Hohlkehle aus, und verlieren dadurch die Bedeutsamkeit, welche sie in der antiken Architektur hatten. Bei der später wiederkehrenden reicheren Gliederung nahm man die Antike nicht zum Muster; namentlich fehlte das Hauptglied aller griechischen und römischen Gesimse, die hängende Platte, fast durchgehends. Auch hier läfst sich der Geist späterer christlichen Kunst im Keime nicht verkennen. Zum Schmuck des sehr einfachen Äufsern dienen, aufser den niedrigen Gesimsen, Halbsäulen, oder richtiger halbe Rundstäbe; mehr aber Lisenen und die beliebten Bogenfriese; doch im Anfange noch selten. Die Öffnungen sind klein und haben aufser den Zwergsäulen der Doppel-Öffnungen gröfstentheils nur eine glatte Einfassung.

Im Allgemeinen blieb, so viel sich bis jetzt beurtheilen läfst, die Bau-Art im elften Jahrhundert ziemlich dieselbe. Die Fortschritte dieses Zeitraums

beschränkten sich zunächst auf die technische Behandlungs-Art; die Arbeit wurde schärfer, die Gliederung aber nur wenig reicher und zierlicher; man bediente sich der Arabesken und Grotesken zum Schmuck der Capitäle und der Gesimse, so wie nur einzelner Sculpturen, aber ausgedehnter Malereien zur Ausschmückung der Wände, zu welchen auch die Bemalung der Gesimse u. s. w. gerechnet werden kann. Am erfreulichsten zeigt sich der Fortschritt in der Ausbildung und Benutzung der Lisenen und Bogenfriese, und in der Anordnung und Ausschmückung der Portale. Die Bogenfriese, mit kleinen Hohlkehlen eingefafst, waren bereits sehr zierlich; ebenso die dünnen Rundstäbchen, welche man mitunter statt der Lisenen bei runden Thürmen anwendete. Bei quadratischen oder achteckigen, schon bei der Liebfrauenkirche in Halberstadt vorkommenden Thürmen erhielt in der Regel jedes Stockwerk sein Gesims, unter demselben den Bogenfries und auf den Ecken Lisenen: so dafs die Mauer ein Feld bildete, welches glatt blieb, oder mit einer einfachen oder Doppel-Öffnung durchbrochen wurde. Diese stets wiederkehrende und noch später festgehaltene Theilung in niedrige Stockwerke ist eines der Bande, von welchen sich die romanische Baukunst nicht zu befreien im Stande war. Die Portale gewinnen durch die breiten, mit rechtwinkligen und in den Ecken mit Säulen besetzten Laibungen, eine bedeutsame Auszeichnung; in der Regel behielten jedoch die Säulen, wenn sie auch bereits nicht verjüngt wurden, ziemlich das antike Verhältnifs und die Base und das Capitäl bei; gleichwohl wurde das Profil des Schafts im Bogen fortgeführt; was einerseits den antiken Character der Säule aufhob, anderseits, zumal bei der grofsen Breite der äufsern Öffnung, ein sehr schwerfälliges Aussehn hervorbrachte, welches man erst sehr spät durch ein verändertes Profil der Bogen-Einfassung milderte.

§. 129.

Die weitere Entwicklung der romanischen Architektur in Deutschland.

Der bewegten Zeit der aufgeklärten, kunstliebenden Hohenstaufen war es vorbehalten, den germanisch-christlichen Geist auf eine Entwicklungsstufe zu führen, von welcher aus er frei und selbstständig weiter fortschreiten konnte. Hat auch der lange weltliche Kampf gegen die Macht des Papstes mit dem Untergange der Hohenstaufen geendet, so war doch der geistige Sieg so vorbereitet, dafs er nothwendig endlich erstritten werden mufste. Das Ende und das Resultat dieses Kampfes gehört dem folgenden Abschnitte an; bis wohin

wir auch die nähern Untersuchungen über seine Ursachen aufsparen müssen: hier genügt es, im Allgemeinen auf dieses Resultat aufmerksam zu machen, um die raschen Fortschritte zu erklären, welche die romanische Baukunst in dem kurzen Zeitraume von der Mitte des 12ten Jahrhunderts bis zum Anfange oder höchstens bis zur Mitte des 13ten machte.

Schon nach dem allgemeinen Character jener Zeit läfst sich ein ruhiges Fortschreiten der Kunst nicht erwarten, und wir werden das Gewirr der uns entgegentretenden Erscheinungen nur dann einigermafsen überschauen können, wenn wir von vorn herein die verschiedenartigen Richtungen im fernern Entwicklungsgange des deutsch-romanischen Baustyls aufzufassen versuchen. Es macht sich nemlich, neben dem rasch vorwärts treibenden Geiste christlicher Cultur-Entwicklung, einerseits der Einflufs arabischer Baukunst, andrerseits die Rückwirkung einer vertrauten Bekanntschaft mit der antiken Kunst geltend. Zuerst verfolgen wir die eigenthümlich christliche Richtung; welche sich aber freilich wieder mannigfach spaltet und oft mit den andern so verzweigt, dafs eine scharfe Sonderung kaum möglich ist.

Der Hauptplan für Kirchen erlitt wenig Veränderungen: sie wurden gröfser, und nahmen besonders an Höhe zu. Die Thürme wurden bedeutender und immer zahlreicher; die östlichen Nebenthürme wurden allgemein, und mitunter (wie am Dom zu Limburg, der in Allem 7 Thürme hat) zu zweien neben jeden Kreuz-Arm gestellt: dabei wurde, besonders in den südlichen Gegenden, der mittlere Thurm beibehalten, und oft zu einer bedeutenden Höhe emporgeführt; im nördlichen Deutschland verschwindet er nach und nach. An der Abteikirche zu Lauch erhebt sich auch das Zwischengebäude zwischen den, hier unbedeutenden und neben die als Kreuz-Arm erhöhten letzten Abseitenvierungen gerückten westlichen Thürme als bedeutender Thurmbau: unstreitig, weil hier auch ein westlicher Chor mit Tribune angeordnet ist. Auf diese Weise gruppirten sich die Kirchen mit ihren verschiedenen Thürmen auf mannigfache und nicht selten sehr angenehm ins Auge fallende Weise. Es fehlte dabei jedoch fast immer an Einheit. Andere Kirchen wurden nach wie vor ohne Thurm gebaut; selbst bedeutendere, wie z. B. S. Maria auf dem Capitol in Cöln; meistens aber doch nur kleine Klosterkirchen. Die halbrunde Altartribune, welche früher ein unbedeutender Anbau war, nahm jetzt an Breite und Höhe zu; bis ihr Profil dem des Hohenchors gleich und sie zu dessen halbrundem Schlusse ward. Den Abseiten entsprechend, wurde häufig ein Umgang um den Chor und die Tribune gelegt, an welchen sich zuletzt theilweise Capellen schlossen. Die drei Kirchen

S. Martin, S. Aposteln und S. Maria auf dem Capitol in Cöln haben die Eigenheit, dafs hier die gerade Chorfortsetzung wegfällt und statt der Kreuz-Arme ebenfalls Tribunen angebracht sind; so dafs deren drei die innere Vierung des Kreuzes gegen Osten, Süden und Norden umgeben. Zuletzt wurde der runde Chorschlufs mit dem vieleckigen vertauscht; wie bei den Kirchen zu Memmleben, St. Paul zu Worms, dem Dom zu Bamberg, dem Dom zu Magdeburg (dessen Plan ebenfalls der romanischen Periode angehört) u. s. w. Letzteres besonders bezeugt, dafs sich schon damals der spätere germanische Geist regte; denn wenn auch die vieleckige Grundform, statt der runden, bei Thürmen und Rotunden längst mit Glück versucht worden war, so mufsten doch einer Veränderung der uralten geheiligten Tribunenform mehre Bedenken entgegentreten. Ein ähnliches Vorahnen der künftigen Bau-Art und Kunstform spricht sich in den frei emporsteigenden Eckthürmchen aus; z. B. an dem hohen Mittelthurme der Kirche S. Martin.

In der Verzierung des Äufsern spielten nach wie vor Lisenen, Bogenfriese und Doppel-Öffnungen die Hauptrolle; besonders die Friese wurden immer reicher. Oft sind in den Bogen, nach dem Muster der getheilten Öffnungen, wieder zwei kleinere Bogen angebracht; die Bogen treten dann kräftiger vor, und sind wohl durch Kragsteinchen unterstützt; wodurch sie aber den frühern Character der Leichtigkeit ganz verlieren. Oft liegt unter den Bogenfriesen ein zweiter Fries oder Streifen, mit schwer herunterhängenden grofsen Tropfen oder Zapfen, deren Eckgliederung an den Lisenen herunterläuft. Eine allgemeinere und zugleich angemessenere und schönere Verzierung des Äufsern bildeten die Zwerggallerien, welche in der Regel den Chor unter dem Dachgesimse umgaben. Die rheinischen Kirchen sind häufig aufsen mit Schein-Arkaden besetzt, welche sich auf dicht anliegende Säulen oder Lisenen stützen; ähnlich der alten römischen Art. Die Fenster-Öffnungen blieben gewöhnlich klein und einfach; mitunter aber kamen die saubersten Formen vor, wie z. B. an der Klosterkirche Sion zu Cöln, und einige am Dormitorio zu S. Gereon daselbst; auch der sogenannte Kleeblattbogen kam jetzt auf, und fand häufige Anwendung. Eine Hauptverzierung bildeten die grofsen Rosetten über dem Eingange, im Zwischengebäude, und in den Giebeln der Kreuz-Arme, mitunter aber auch als Fenster in den Fronten; sie sind, gleich den Zwischenrämmen über den getheilten Bogen, mit verschiedenartig, immer aber einfach durchbrochenen Steinplatten ausgesetzt. In den Kreuzarmgiebeln des Naumburger Doms sieht man rautenförmige Öffnungen mit ausgehauenen Lilien. Die

Portale behielten im Wesentlichen die frühere Einrichtung bei; jedoch wurden statt der im Bogen fortlaufenden Rundstäbe zierlichere Kehlungen, wohl mit Buckeln und dergleichen besetzt, eingeführt; wie z. B. an der Neumarktskirche zu Merseburg; an andern Portalen wurden häufig Bildsäulen unten zwischen den Säulen, zuletzt auch oben im Bogen angebracht; die Ausfüllplatte über dem geraden Thürsturz, bis zum Bogen, zierte ein Relief. Eins der reichsten, aber auch zugleich ein sehr schwerfälliges Portal, zeigt sich an der S. Gallenpforte am Dom zu Basel. (Von der berühmten goldnen Pforte zu Freiburg wird späterhin die Rede sein.) Hier treten zu beiden Seiten Pfeiler vor, welche in 6 gleichförmigen Etagen, in den 5 oberen Bilderschreine, jeden mit zwei Säulchen und schwerem Gesimse bilden.

Fast noch reicher als das Äufsere gestaltete sich das Innere. In den südlichen Gegenden wurden in den meisten Fällen die Abseiten in zwei Stockwerke getheilt, deren oberes sich nach der Kirche zu gallerieartig öffnete. Mitunter ist noch (wie im Dom zu Limburg an der Lahn) eine zweite schmale Gallerie oben vor der Mauer des Mittelschiffs angebracht; in den Chören, wenn sie keine Umgänge haben, findet sich statt dessen häufig ein reiches Nischenwerk, mit Säulen verziert. Anders ist es im nördlichen Deutschland, wo sich überhaupt die Architektur keuscher und ernster gestaltete. Hier sind die Abseiten fast immer einstöckig und die Wände darüber glatt; dagegen umgiebt den Chor wohl eine Gallerie.

Die durchgreifendsten Veränderungen erlitt die Säule. Da, wo sie, was jedoch immer seltner wurde, freistand, oder auch anliegend, aufsen auf den Ecken, doch vollrund, behielt sie die Verjüngung, und mit ihr den antiken Character, auch wohl das antike Verhältnifs einigermafsen bei: in den Ecken der Portale und Pfeiler, oder halb-, vielmehr dreiviertel vortretend dagegen, verlor sie die Verjüngung, und zeigte sich bald plump, bald überaus schlank: mit einem Worte, sie hörte auf Säule zu sein, und wurde zum Rundstabe, zu einem Gliede des Pfeilers; nur die Base und das Capitäl behielt sie bei; beide aber liefen in der Regel um den ganzen Pfeiler herum; wobei die Base gewöhnlich mit attischem, oft sehr schönem Profil, eine fortlaufende Gliederung bildete, das Capitäl aber sich über die Säule etwas anders und mehr selbstständig gestaltete, als am Pfeiler. Je schlanker die Säule wurde, deren Schaft man auch wohl mit Ringen umgab, oder auch mit Reifen, schraubenförmig und auf andere Weise, ähnlich wie in der verdorbenen römischen Architektur: um so unförmlicher mufste sich das bis dahin allgemein angewendete Würfelcapitäl,

welches nur da pafste, wo die Säule allein den Bogen stützte, ausnehmen. Man griff daher wieder zu der leichtern Kelchform, gab aber dieser gewöhnlich eine Verzierung, die nicht auf die entfernteste Weise an die Antike erinnerte, vielmehr deutlich den kühnen kräftigen Geist aussprach, der sich späterhin geltend machte. Es finden sich solche Capitäle an den Domen zu Limburg und Magdeburg, und an vielen andern Gebäuden. Den glatten Kelchen schmiegen sich schmale Blätter an, welche, im kühnen Schwunge vortretend, freistehende Knollen tragen.

Die lothrechten Gliederungen der Pfeiler u. s. w., so wie die seltner vorkommenden Gliederungen der Bogen, wurden gewöhnlich aus tiefen Hohlkehlchen und Rundstäbchen zusammengesetzt: häufig eben so leicht und zierlich, als kräftig. Als Gurtfortsetzungen sind oft dünne Rundstäbchen bündelartig zusammengesetzt, welche dann gemeiniglich zur Unterstützung gröfserer, schwerer Rundstäbe dienen: eine Composition, die nothwendig jenen schwerfälligen Character hervorbringen mufste, von welchem sich der romanische Styl nie ganz losmachen konnte. Dieselbe Schwerfälligkeit zeigte sich, wiewohl auf andere Weise, an den Gesimsen: entweder man behielt den frühern unbeholfenen geraden Abschnitt bei, stets jedoch mit Blattwerk verziert: oder man machte reichere, jedoch nur flach profilirte Gliederungen. Als Kämpfergesims zeigt sich öfters das umgekehrte Profil der attischen Base: die Platte mit dem grofsen Rundstabe nach oben. Lobenswerther sind die Verzierungen der Sculptur, namentlich an den Capitälen. Im Allgemeinen, besonders früher, waren sie etwas steif; einige hatten jedoch eine bewundernswerthe Leichtigkeit und Kühnheit, wenngleich sie fast immer, die oben angeführten Kelchcapitäle ausgenommen, eines tiefern Motivs entbehrten; welches freilich aufserhalb der Antike schwer zu finden war.

Den kräftigsten Antrieb zur Umgestaltung und zu einem neuen Aufschwunge der Architektur mufste das Überwölben der Kirchen geben. Zunächst mochte man, wie schon oben angedeutet, wohl nur die Kreuz-Arme und den Chor, vielleicht zuerst nur das Herz des Kreuzes, überwölben. Hier bediente man sich im Anfange, vermuthlich nach dem Vorbilde der Rotunde, der Kuppelform. Mehrere rheinische Kirchen beweisen dies. So konnte man nun mit dem Chor und den Kreuzes-Armen auch weiter fortfahren, da sich hier noch die Überwölbung des Herzens für einzelne quadratische Räume darbot. Mehrere Kirchen haben einfache Kreuzgewölbe, während das Mittelschiff gar nicht, oder doch offenbar erst später überwölbt ist. Anders war es aber mit dem Mittel-

schiffe. Hier würden nach der Analogie der Kuppel die Tonnengewölbe die passendsten gewesen sein. Dafs man sie nicht machte, beweiset am besten, dafs der spätere Geist der germanischen Architektur bereits Wurzel gefafst hatte. Nach einigen wenigen Beispielen zu urtheilen, scheint man hie und da versucht zu haben, die Kuppelwölbung auch auf das Schiff der Kirche anzuwenden, indem man zuvörderst durch Schwiebbogen, ganz wie in den Kreuz-Armen, wo sie als Unterstützung der Mauern des Mittelthurms schon vorhanden waren, einzelne Abtheilungen bildete; (wie z. B. in S. Martin zu Cöln, an der Kirche zu Arendsee in der Altmark etc.). Näher jedoch lag es, die längst bekannten Kreuzgewölbe der Abseiten zum Vorbilde zu nehmen. Die Schwierigkeit war nur, das gehörige Widerlager zu ermitteln. Bei den Kuppeln, welche ihren Druck zum Theil gegen die Schwiebbogen, sich gegenseitig aufhebend, ausübten, und auf die Mauern in der ganzen Länge ziemlich gleichmäfsig wirkten, war es eher möglich, mit mäfsig starken Mauern auszukommen: die Kreuzgewölbe dagegen, welche ihren Seitendruck auf einzelne Puncte concentrirten, hätten sehr starker Mauern bedurft, wenn sie keine Verstärkung an den einzelnen schwachen Stellen erhalten sollten. Ob man es dennoch versucht haben möge, wie bei den Abseiten, für welche die geringe Spannweite keine Verstärkung der damals ohnehin dicken Mauern verlangte, die Mauern des Mittelschiffs vermittels einer durchlaufenden Verstärkung haltbar zu machen, als wozu man bei dem Bau mit Pfeilern statt der Säulen eher Gelegenheit fand, da man erstere so breit machen konnte als man wollte, mag dahin gestellt bleiben; jedenfalls konnte es nicht lange währen, bis man in den Strebepfeilern ein sehr einfaches und zweckmäfsiges Aushülfsmittel fand. Wie man gewöhnlich im Anfange eher etwas zu viel als zu wenig thut: so auch hier. Statt mäfsig vorspringender Pfeiler setzte man auf die Quergurte der Abseiten ganze Strebemauern; wie man es am Naumburger Dom und an einigen andern Kirchen sieht. Später verwandelte man die Strebemauern, indem man sie aushöhlte, in Strebebogen; wie z. B. an S. Maria auf dem Capitol, und sonst häufig. Ein andres Auskunftsmittel fand sich darin, dafs man die Pfeiler nach innen zu verstärkte; wodurch der Bogen zugleich etwas weniger Spannweite erhielt; und dies mag wohl dasjenige Mittel gewesen sein, welches man anfänglich allgemein, und namentlich auch bei spätrer Überwölbung vorhandener Kirchen da anwandte, wo die Dicke der Mauern nicht gar zu gering war; in welchem letztern Falle man dann gewöhnlich zugleich auch noch zu den äufsern Verstrebungen griff. Die ersten derartigen Kreuzgewölbe können

wir uns wohl nicht anders als in der frühern einfachen Weise, ohne vortretende Kreuzgurte denken; wie wir sie noch im Naumburger-, im Merseburger Dom und in andern Kirchen finden; schwerlich aber hat es lange gewährt, bis die bessere und die zierlichere Construction Anwendung fand; wenngleich nur sehr wenige Gewölbe mit vortretenden Kreuzgurten, wie z. B. die Wölbung des obern Chor-Umganges im Dom zu Magdeburg, während der untere noch glatte Kreuzgewölbe hat, in Rundbogenform vorkommen mögen.

Die Kreuzgewölbe über dem Mittelschiff waren auch für die ganze Gestaltung des Innern der Kirchen von Einflufs. Die, auch bei den frühern glatten Gewölben vortretenden Quergurte bedurften der Unterstützung; und so entstanden jene lothrechten Gurtfortsetzungen, welche an der Wand und den Pfeilern herunterlaufen und, die Abtheilungen der Gewölbe consequent durchführend, ein eigenthümlich bewegtes Leben und Streben ausdrücken. War der Gurtbogen nur schmal, so genügte ein einfacher, starker Rundstab; gewöhnlich aber ist, namentlich unter den mittlern Thürmen, und dann auch im Schiffe, der Gurtbogen breiter und noch von einem zweiten schmaleren Bogen unterstützt und verstärkt, so dafs rechtwinklige Einschnitte wie bei den Portalen entstehen. In diesem Falle läuft der äufsere Bogen mit demselben Profile an der Mauer fort, und den innern Bogen unterstützt ein Rundstab, welcher vor jenen Wandpfeiler vortritt, während zwei dünne Rundstäbe in den Ecken, die jene Wandpfeiler mit der Wand und unten mit dem Pfeiler bilden, die Kreuzgurte unterstützen. Dieselbe Anordnung wiederholt sich aus gleichen Gründen nach den Abseiten zu, und wenn die Mauerbogen zwischen Schiff und Abseiten ebenfalls gedoppelt waren, oder Einschnitte hatten, so wurden noch einmal starke Dreiviertelstäbe auf der Inseite vor die Stirnen der Pfeiler gesetzt. Diese nahmen also die Grundrifsform eines Kreuzes an: an den vier Stirnseiten mit stärkern, an den vier Ecken mit schwächern Rundstäben besetzt. Wo, wie gewöhnlich, die Abseiten etwa halb so breit sind, als das Hauptschiff, mufsten sie, so lange man die einzelnen Gewölbe quadratisch machte, die doppelte Zahl von Vierungen enthalten; wodurch denn die Gurtfortsetzungen des Mittelschiffs nur einen Pfeiler um den andern trafen, die dazwischen liegenden aber nach dem Schiffe zu glatt blieben. Diese Anordnung, welche häufig, namentlich in den spätern und gröfsern Kirchen Norddeutschlands vorkommt, begründete eine sehr einfache und ernste Gestaltung des Innern, bei welcher die Pfeiler mit ihren Rundstäben und Capitälen, welche hoch hinaufliefen, ferner Gurtfortsetzungen, die Gewölbe mit ihren Grad-Ecken und Qnergurten, die mit geraden Einschnitten profilirten Haupt-

bogen, und etwa ein einfaches Brustgesims unter den kleinen und einfachen Rundbogenfenstern die einzigen Verzierungen ausmachten; und gerade diese Architektur (auch wenn wir uns vorläufig noch die bei den Hauptbogen schon gewöhnlich vorkommende Spitzbogenform, von welcher später die Rede sein wird, wegdenken) ist es, in welcher wir vorzugsweise die vorwärtsstrebende christliche Richtung erkennen möchten: nicht, als ob uns die massigen Pfeiler und die glatten Wände und Gewölbe an sich dem Geiste der germanischen Kunst angemessener schienen, als die gefälligere, kühnere und reichere Architektur anderer, namentlich südlicher Kirchen, wo die Pfeiler schlanker sind, und letztere öfters als zierliche Rundstabbündel emporsteigen, die glatten Wände über den Hauptbogen mit den leichten Arcaden der Gallerieen durchbrochen, auch wohl in einzelnen Fällen mit Stabwerk verziert sind: sondern weil jene schwerere Form unmittelbar und organisch aus der Construction hervorging, und dadurch und durch die verhältnifsmäfsig massigen Stützen eine tüchtige Grundlage gegeben wurde, aus welcher sich die emporstrebende germanische Architektur folgerechter entwickeln konnte, als aus jenen, scheinbar ihr näher stehenden zierlichern Bildungen, die fast alle den wesentlichen Fehler haben, dafs das Schwerere auf das Leichtere gesetzt und die Last für die zierliche Stütze zu grofs ist: ein Fehler, welcher ganz allgemein der romanischen Baukunst zum Vorwurf gemacht werden mufs, und der ihren Ursprung aus den gebrechlichen Säulenbasiliken zu erkennen giebt; denn selbst jene massiven Pfeiler sind für die vollen, nur von kleinen Fenstern durchbrochenen Mauern, und für die schweren, glatten Gewölbe scheinbar zu schwach: sie gewinnen erst im germanischen Style durch die Erleichterung der Last mittels der grofsen Fenster und der zierlichen Gewölbrippen eine entsprechende, doch auch so noch kaum ganz ausreichende Stärke. Wenn wir irgendwo einen eigentlichen Übergang aus dem romanischen in den germanischen Styl gestatten möchten, so würden wir ihn hier sehn; denn wirklich hat man bei dem im germanischen Styl ausgeführten Fortbau des Magdeburger Doms, und so in mehreren andern Kirchen, jene schwereren Pfeiler und die ganze vorhin beschriebene Construction im Wesentlichen beibehalten.

Übrigens findet sich auch im nördlichen Deutschland das gelungene Bestreben nach einer vielseitigeren und zierlicheren Gestaltung: theils in den Hohenchören jener oben angeführten einfacheren Kirchen: theils in den andern, nicht überwölbten Kirchen, in Capellen, Klostergängen u. s. w. Namentlich sind hier mehrere Bauwerke zu Hildesheim; ferner die nur im Chore vollendete, sehr

zierliche Kirche zu Conradsburg bei Ermsleben am Harz; die Kirchen zu Wechselburg, Hecklingen und zu Bürgelin bei Jena, mit gegliederten Bogen u. s. w., als Muster zu bemerken.

Im südlichen Deutschland zeigte sich der romanische Baustyl in seiner gefälligsten Form: ohne Überladung, und dabei noch ziemlich frei von Übergängen ins Germanische; z. B. in der Kirche zu Gelnhausen, besonders, wenn man sich dort die Spitzbogen der Abseiten- und Chorfenster und der Gewölbe des Chors und der Kreuz-Arme in Rundbogen, von denen sie sehr wenig abweichen, umgewandelt und die Thurmdächer etwas verändert vorstellt. In anderer Beziehung, namentlich rücksichtlich der Gruppirung, verdient die Abteikirche zu Laach, mit ihren sechs Thürmen, an welcher, nach der von *Boisseré* mitgetheilten Zeichnung, nur ein Spitzbogenfenster vorkommt, den ersten Rang; und die westliche Seite der Kirche S. Matthias bei Trier, mit Ausnahme des spätern obern Aufsatzes, ist ein Muster der brillantesten Verzierung, obwohl dieselbe keinesweges den ächten deutschen Geist athmet.

(Die Fortsetzung folgt.)

3.

Einige Bemerkungen, Entwässerungs-Anlagen tiefliegender Polder in Holland betreffend.

(Von Herrn *H. Hübbe,* Wasserbaudirector in Hamburg.)

Im 4ten Hefte des 18ten Bandes des gegenwärtigen Journals befinden sich zwei Aufsätze, die Entwässerung des Harlemer Sees und des Zuid-Plas betreffend: beide aus den *Annales des ponts et chaussées* entnommen. Es ist nicht meine Meinung, der Übersicht, welche diese Aufsätze über die erwähnten Unternehmungen gewähren, noch etwas Erhebliches beizufügen, indem ich die nachfolgenden Mittheilungen aus den, auf einer im Jahre 1836 gemachten Reise gesammelten Notizen entnehme: allein ich glaube, dafs letztere über einen, auch von dem Herrn Herausgeber des Journals hervorgehobenen, näherer Erläuterung bedürfenden Punct, vielleicht etwas Licht verbreiten können.

Nach §. 2. des Aufsatzes No. 13. ist für den Harlemer See ein denselben umgebender Canal (Ringvaart) beabsichtigt, und ein ähnlicher Canal ist bekanntlich am Zuid-Plas ausgeführt. In Bezug auf diese Umfangs-Canäle sind von Seiten des Herausgebers (S. 361) einige Bedenken in Frage gestellt, an welche die Bemerkung geknüpft ist, dafs wahrscheinlich *örtliche* Rücksichten mancherlei Art auf eine solche Anordnung ihren Einflufs üben, und den holländischen Wasserbaumeistern ohne Zweifel zureichende Gründe dazu geben; welche Gründe näher zu kennen von wesentlichem Interesse für andere Gegenden sein dürfte. Die mir an Ort und Stelle gemachten Mittheilungen heben zunächst (in Übereinstimmung mit den Bemerkungen des Herrn Herausgebers) als einen der Zwecke, welcher durch die Anlage der Ringvaart erreicht wird, die Herstellung einer schiffbaren Verbindung der Ortschaften, welche früher den See als Wasserstrafse benutzten, so wie auch des Polders selbst, mit den grofsen Wasserstrafsen des Landes, hervor.

Die Ringvaart beim Zuid-Plas ist deshalb mittels zweier, hintereinander liegender Kammerschleusen mit der Yssel in Verbindung gesetzt. Die dem 4ten Hefte beigefügte Zeichnung vom Zuid-Plas gewährt keine deutliche Anschauung von den Einzelheiten der Anordnung, weder hinsichtlich dieser Schifffahrtsverbindungen, noch auch der verschiedenen Stufen, auf welche das Wasser gehoben wird, der Zahl und Stellung der Mühlen u. s. w. Die beiliegenden genaueren Zeichnungen No. 1. und 2. stellen nach einem gröfsern Maafsstabe die Situation desjenigen Theils der Umgebung des Zuid-Plas dar, in denen sich diese interessanten Anlagen befinden. Man sieht auf No. 1. bei *a* und *b* die beiden Schiffahrtschleusen, welche aus der Ringvaart (der zweiten Stufe, auf welche das ausgeschöpfte Wasser gehoben wird) in die Yssel führen.

Der Kolk, oder das Bassin zwischen beiden Schleusen, steht mit dem Hoogem Boezem (der vierten oder letzten Stufe) mittels einer *kleinen Ablafsschleuse c* in Verbindung, welche bei höherem Wasserstande in der Yssel geschlossen, bei niedrigerem geöffnet wird, und im letzterem Falle dem aus dem Polder aufgemahlenen Wasser den Abzug gestattet.

Die *Haupt-Ablafsschleuse* aus dem Hoogem Boezem liegt bei *d*, in dem Hauptdeiche von Schieland, der sich längs dem Ufer der Yssel hinzieht.

Ein anderer Zweck der Ringvaart besteht darin, dafs dieser Canal das am andern Ende des Polders unweit Waddinxveen nur bis zur zweiten Stufe aufgemahlene Wasser (siehe Zeichnung No. 2.) nach dem unweit Moordrecht belegenen, auf der Zeichnung No. 1. dargestellten Puncte hinführt: von wo es, vereinigt mit dem am letzteren Orte aufgemahlenen Wasser, weiter auf die 3te und 4te Stufe gefördert wird.

Die an diesen beiden Puncten vertheilten Mühlen des Zuid-Plas bilden nemlich nur *ein* System, welches folgendermafsen angeordnet ist.

Aus den Gräben des Polders mahlen auf die erste Stufe 10 Mühlen mit Wasserschrauben (Vyzel-Moelen). Von diesen befinden sich 5 bei Waddinxveen (Zeichnung N. 2. bei *Q, R, S, T, U*) und 5 unweit Moordrecht (Zeichnung No. 1. bei *F, G, H, I, K*). Diese Mühlen waren 1836 noch nicht erbaut, sondern ihr Standort befand sich noch unter der Wasserfläche des Sees.

Von der ersten Stufe auf die zweite (in die Ringvaart) mahlen ebenfalls 10 Schraubenmühlen; wie vorhin 5 bei Waddinxveen (Zeichnung No. 2. bei *L, M, N, O, P*) und 5 unweit Moordrecht (Zeichnung No. 1. bei *A, B, C, D, E*).

Aufserdem mahlt *direct* aus den Poldergräben in die Ringvaart eine Dampfmühle (Zeichnung No. 1. bei *e*); ebenfalls mittels einer Wasserschraube.

Das durch den eben beschriebenen untern Theil des Systems in die Ringvaart geförderte Wasser wird nun *sämmtlich* unweit Moordrecht auf die folgenden beiden Stufen gehoben.

Dazu dienen 7 Mühlen mit Schöpfrädern (Zeichnung No. 1. bei 2, 3, 5, 7, 8, 9, 10), die aus dem Ringvaart in den laagen Boezem mahlen. Von diesen sind zwei auf die gewöhnliche Art construirt; mit einem verticalen Schöpfrade; eine mit einem geneigten oder schrägen Schöpfrade (hellende sheprad), und vier, jede mit drei verticalen Schöpfrädern von verschiedenen Breiten, die nach der Stärke des Windes einzeln oder zusammen gebraucht werden können.

Aus dem laagen Boezem in den hoogen Boezem mahlen 4 Schöpfradmühlen (Zeichnung 1. bei 1, 4, 6, 11, 12.); zwei gewöhnliche mit einem verticalen Rade; zwei, jede mit drei verticalen Rädern, und eine mit einem schrägen Schöpfrade.

Aufserdem mahlt eine zweite Dampfmühle bei *f* mittels einer Schraube direct aus der Ringvaart in den hoogen Boezem. Es könnte leicht auffallen, dafs in Hinsicht der Zahl der auf jeder Stufe befindlichen Mühlen nicht eine genaue Übereinstimmung Statt findet. Dies hat seinen Grund in der verschiedenen Höhe der Förderung. Die Schraubenmühlen heben das Wasser etwa 6 Fufs, die Schöpfradmühlen nur etwa 4 Fufs hoch, und man rechnet auf 10 Schraubenmühlen 7 Schöpfradmühlen.

Aus welchem Grunde gegen 7 Schöpfradmühlen auf der 3ten Stufe nur 5 Schöpfradmühlen auf der 4ten arbeiten, finde ich nicht bemerkt; doch wird dies wahrscheinlich in dem veränderlichen Stande der Yssel, an welchem der Stand des hoogen Boezem sehr nahen Antheil nimmt, seinen Grund haben; wodurch denn für die vierte Mühlenreihe eine etwas günstigere Förderungshöhe als für die dritte sich ergiebt.

Die beiden Dampfmühlen mahlen jede etwa 10 Fufs hoch.

Genauer sind die Höhen der Abstufungen aus den Profilen No. 3. und No. 4. zu ersehen.

Aufser dem Obenerwähnten gehört es noch zu den Zwecken dieses Umfangscanals, dafs er von einem Theile der nächsten Umgebungen, der früher

seine Entwässerung in den See hatte, die Abflüsse aufnehmen und sie den obern Mühlen zuführen mufs; und endlich wird auch darauf Bedacht genommen, dafs eins der untern Bassins eine möglichst grofse Ausdehnung habe, um ohne allzu bedeutende Erhöhung seines Wasserspiegels eine Zeitlang die Aufmahlung aus dem Polder in dasselbe zu gestatten, wenn wegen äufserer Hindernisse, z. B. wegen hoher Fluthstände u. dergl., die obern Mühlen nicht arbeiten können. Diesem Bedürfnisse entspricht ebenfalls der in Rede stehende Canal, indem er zugleich zu allen jenen vorhin angegebenen Zwecken dient.

4.

Sammlung von Bemerkungen beim Graben von Brunnen über Erdschichten und Quellen.

(Von dem verstorbenen Königl. Geheimen Regierungs- und Baurath Herrn *Wutzke*.)

(Schluſs des Aufsatzes No. 3. im ersten, und No. 9. im dritten Hefte neunzehnten Bandes.)

Bei den andern in Ostpreufsen seitdem gebauten Kunststrafsen, z. B. bei der Bartensteiner und Tilsiter Strafse und ihren Abzweigungen, kamen solche bedeutende Hindernisse nicht vor; ausgenommen bei dem Damm, mit seinen Flutbrücken, durch das breite und den Überschwemmungen ausgesetzte Flutthal des Memelstroms bei Tilsit, über dessen Bau der Geheime Ober-Baurath ***Severin*** die obere Direction führte, und der in hydrotechnischer Rücksicht, wegen der hochsteigenden Fluten und oft zerstörenden Eisgänge in dieser nördlichen Gegend, eine ziemlich schwierige Aufgabe war.

Kunststrafsen sind in Ostpreufsen, wo der schwere Boden bei anhaltend nasser Witterung oft so grundlos wird, dafs der Landwirth seine Producte nicht mehr nach den Marktplätzen schaffen kann, besonders nothwendig. Durch Eisenbahnen, wie man sie an der Grenze baut, dürften sie, da mit den Nachbarstaaten, aufser auf den Wasserstrafsen, wenig Verkehr Statt findet, besonders in Rücksicht auf den Transport der Frachten, wohl nicht so leicht verdrängt werden. Ob der Personenverkehr auf den Eisenbahnen hier im Ganzen, besonders wenn erst Hauptreparaturen vorkommen, rentiren werde, ist fast zu bezweifeln.

Quellen, in der Erde verborgen, trifft man häufig auch beim Ziehen von Canälen und Graben an; wo sie die Ausführung oft sehr erschweren können. Je tiefer man in den Boden hineingelangt, desto mehr nehmen die Quellen zu und schaffen den Grund zuweilen in Schwemm- oder sogenannten Triebsand um, der immer wieder zuschüttet, was man ausgegraben hat, und was nur erst dann aufhört, wenn Wasser in den ausgetieften Theil des Canals gelassen wird und dadurch ein Gegendruck entsteht. Solchen Triebsand in Canälen fest und stehend zu machen, ist in manchen Verhältnissen für den Hydrotechniker eine nicht leichte Aufgabe. Man hat dies auch wohl anerkannt. In den Annalen der Physik und Chemie, Jahrgang 1825. Stück 6. findet man die Auf-

gabe ausgesprochen: „Welche Mittel giebt es, aufser den gewöhnlichen, die „oft nicht zureichen, zur Zurückhaltung der Quellen bei Schleusen in der Tiefe?" Die Lösung dieser Aufgabe bedingen die örtlichen Verhältnisse. Als das Pumpenwerk beim Bau einer steinernen Schleuse auf dem Bromberger Canal, so wie ich es im Jahr 1798 anwandte und wie es in der practischen Anweisung zur Wasserbaukunst 1803 von *D. Gilly J. A. Eytelwein* Seite 34 beschrieben und bildlich dargestellt ist, nicht mehr ausreichte, habe ich dort aufserhalb des Grundwerks der Schleuse grofse Brunnen graben lassen, durch dieselben die Quellen aus dem Grundbaue gezogen und nun zum Ausschöpfen des Wassers recht viele Menschen angestellt, welche Tag und Nacht abwechselnd so lange arbeiteten, bis das Grundwerk ausgemauert und ein Theil der Seitenmauern aufgeführt war, durch welche dann der hydrostatische Druck auf das Grundwerk der Schleuse völlig entkräftet wurde.

Wenn Canäle in torfigen Boden gegraben werden, und nun die auszugrabende Erdschicht immer dünner wird, so werden durch den hydrostatischen Druck des Wassers öfters grofse Flächen in der Sohle des Canals von dem sandigen Mutterboden über dem quelligen Grunde losgerissen und gehoben; wie es z. B. beim Graben des Bromberger Canals, besonders aber bei dem grofsen Friedrichsgraben, wo die Torfmasse schon reifer war, geschahe.

Ist der Boden moorartig und der Torf noch nicht reif, so ist es öfters schwer, feste Ufer und darauf Leinpfade, wie sie an jedem Canal nöthig sind, zu erlangen. Beides läfst sich dann nur durch Einfassungen der Ufer mit Faschinenwerken, oder wenn der Untergrund fest ist, durch Steinbordirungen erreichen. Die nähere Beschreibung der Construction dieser Ufer-Einfassungen übergehe ich hier, weil sie jedem Hydrotechniker bekannt sein mufs, und bemerke nur, dafs es, um feste Ufer der Canäle und Wasserwege zu erhalten, immer sehr rathsam sein wird, durch Nesterpflanzungen von Weidenstrauch, die stets niedrig gehalten werden, lebendige Schutzwehren gegen das Wasser zu schaffen.

Werden Canäle durch Sandboden gezogen, so müssen die Ufer hinlänglich abgeschrägt und mit Plattrasen oder mit Spreitlagen von Weidenstrauch belegt werden, welches des Auswuchses fähig ist. Bei solchen Canälen, oder auch bei Entwässerungs- und Wasserleitungsgraben in sandigem Boden, trifft man zuweilen auf quellige Stellen, in welchen die Sandmasse beim weitern Graben in völligen Triebsand übergeht, und wo es dann schwer ist, den Graben in seinem bestimmten Profile zu erhalten. Alsdann mufs man die Grabenborde mit Plattrasen belegen; auch zuweilen die Sohle des Grabens; desgleichen die ge-

fährlichsten Strecken der Borde mit Kopfrasen aufführen und, wenn auch dies nicht ausreicht, vor die Borde Flechtzäune setzen.

In Canälen und Leitungsgraben durch torfigen Boden hat man einen bedeutenden Verlust an Wasser zu erwarten. Denn bei anhaltend trockner Witterung, wenn die angrenzenden Brücher austrocknen, saugen sie oft so viel Wasser ein, dafs in den neugezogenen Canälen und Graben nur wenig übrig bleibt. Bei der Anlage des Eisenhüttenwerks zu Wondelleck, im südlichen Ostpreufsen, machte man in diesem Puncte folgende Erfahrung.

Als nemlich der Pissekflufs, der aus dem Warschausee bei Johannisburg entspringt und, nachdem er eine Länge von 27000 Ruthen, mit einem Gefälle, welches nach einem unter meiner Leitung ausgeführten Nivellement 68 F. beträgt, durchlaufen hat, bei der Stadt Nowigrod in den Narewflufs fällt, zu dem Zwecke eines Wasserweges von der Weichsel durch die Seen zwischen dem Spirding- und dem Mauersee nach dem Pregelstrom u. s. w., nach Königberg, im Jahr 1798 schiffbar gemacht worden war, kam auch das schon im Jahr 1785 vorgelegte Project wieder zur Sprache, in der dortigen Gegend, um die Cultur und Industrie zu heben, und auch das viele Lagerholz aus den dortigen Forsten, welches wegen Mangel an Absatz wenig Werth hatte, vortheilhaft zu benutzen, ein Eisenhüttenwerk zu Wondolleck zu bauen, weil sich viel Eisenerz in dortiger Gegend fand; besonders in Neu-Ostpreufsen, in den Narewbrüchen (S. die *v. Schrötter*sche und *Engelhard*sche Carte). Es wurde zu dem Ende die Mahlmühle zu Wondolleck angekauft und abgebrochen, und es wurde, um mehr Wasser zum Betrieb des Werks herbeizuschaffen, der vordere Pogobyen-, der mittele Pogobyen und der Piskorzowen-See, welche Seen schon durch kleine Wasserläufe oder Bäche im Zusammenhange waren, mit dem Mühlenteiche zu Wondolleck durch gerade gezogene Canäle, die durch die zwischen den Seen liegenden Torfbrüche gezogen werden mufsten, in Verbindung gebracht. Auch wurde ein Canal unterhalb Wondolleck vom Lachasee nach dem Pissekflufs bis Popgolken gezogen, um darauf den Eisenstein (welcher aus Wiesenerz besteht) aus Neu-Ostpreufsen herbeischaffen und die Gufswaaren wieder verschiffen zu können. Es wurde beabsichtigt, den Lachasee abzulassen, um dem zum Betriebe des Hüttenwerks zu Wondolleck aufgestauten Teiche mehr Gefälle zu verschaffen. Man sah aber bald, dafs man sich in der Erwartung, durch diese Canäle mehr Wasser herbeizuschaffen, völlig getäuscht hatte: denn anstatt mehr Wasser zu erhalten, hatte es sich vermindert, da sich das Wasser aus den Verbindungscanälen, besonders bei anhaltend trockner Witterung, dermafsen

in die Torfbrücher zog, und dort verdunstete, dafs nur wenige Cubikfufs Wasser in der Secunde nach dem Eisenhüttenwerk gelangten. Nur durch eine sehr gute Construction des Werks war es möglich, den Hoch-Ofen im Betrieb zu erhalten. Hiezu kam noch, dafs die Canäle, da wo sie auf Triebsand trafen, von demselben wieder zugeschwemmt wurden, und dafs so der Canal von Wondolleck nach dem Pissekflufs so wenig Wasser hatte, dafs an Schiffahrt auf demselben gar nicht zu denken war. Dergleichen Ergebnisse und Thatsachen können eine gute Belehrung für Diejenigen abgeben, welche solche Anlagen projectiren; und besonders auch für angehende Hydrotekten. Übrigens wurde die Anlage zu Wondolleck unter der obern Leitung des Königl. Bergwerks und Hütten-Departements und unter der speciellen Aufsicht des Bau-Inspector *Schuster* in dieser öden Gegend sehr gut ausgeführt. Für die Hütten-Beamten, Werkmeister und Arbeiter wurde eine ganze Colonie gebaut, und man sah mit Vergnügen die hier verfertigten Gufswaaren, welche in sogenannten Grapen, Töpfen und anderm Küchengeschirr, Wellenzapfen und Lagerpfannen zu den Mühlenrädern, Roststäben zu Feuerungen u. s. w. bestanden und aus doppelt geschmolzenem Eisenerz gegossen wurden.

Des Wassermangels wegen fiel man nun auf den Gedanken, das fehlende Wasser aus dem Spirdingsee mittels eines Grabens herbeizuholen; was aber wegen der Wasserstrafse, die die Seen verbindet, und die ich in den Preufsischen Provinzial-Blättern II. Band speciell beschrieben habe, nicht statthaft war. Der Wiskaflufs, durch welchen der Spirding im Beharrungsstande seinen Überschufs in den Bialowskersee u. s. w. absetzt, durch welchen dieses Wasser geht, ist nemlich nach meiner Messung 260 Ruthen lang und 35 Fufs breit; sein geringste Tiefe ist $1\frac{1}{2}$ Fufs und er hat 11 Fufs Gefälle und $1\frac{1}{2}$ Fufs Geschwindigkeit; mithin beträgt der Überschufs an Wasser, welchen der Spirdingsee absetzt, nur $89\frac{3}{4}$ C. F. in der Secunde. Das Flufsbett, welches hier den Wasserweg bildet, mufs wegen der Versandung in seinen Mündungen, die der Wellenschlag hier, wie meist an allen Seen erzeugt, um den Weg mit Schiffsfahrzeugen, den Oderkähnen ähnlich, durchschiffen zu können, oft aufgeräumt werden. Betrachtet man den Spirdingsee, nebst seinen Armen, dem Nidden, Warschau- und Reinsee, so vermuthet man einen grofsen Überschufs an Wasser; aber mancher Hydrotechniker ist hier durch diese Vermuthung, wie in andern ähnlichen Fällen, bei Entwerfung seiner Projecte getäuscht worden. Der Spirdingsee ist 3 Meilen lang, 2 bis $2\frac{1}{2}$ Meilen breit und an einigen Stellen 20 Klafter tief; die Wellen darauf erheben sich 4 Fufs

hoch, und aus dem Ufer, besonders bei dem Dorfe Gutten, werden öfters grofse zerklüftete Granitblöcke ausgespült; der gröfste derselben war 9 Fufs lang, 4 Fufs breit und 3½ Fufs dick. Ähnliches kommt an den vorgenannten Armen des Sees vor, deren Wasserspiegel ebenfalls von bedeutendem Umfang ist.

Späterhin, als sich erst der Sinkstoff oder Niederschlag des Wassers in den Gräben, die durch den Torfgrund gezogen worden waren, gelagert und sie gleichsam mit einer nicht so leicht durchdringlichen Masse gefüttert hatte, wie es oft in ähnlichen Fällen geschieht, gewann man indessen so viel Wasser, um, nach dem früheren Projecte, auch den Stabhammer und das Frischfeuer zu Wondolleck in Betrieb setzen zu können.

Immer geht, wenn Canäle oder Gräben im Sandboden gezogen werden, viel Wasser in den Boden verloren; besonders wenn er aus grobkörnigem Sande besteht; imgleichen auch im Torfboden, der das Wasser im trockenen Zustande wie ein Schwamm einsaugt. Um dieses möglichst zu verhindern, mufs man die Betten solcher künstlich geformten Wasserläufe mit einer dünnen Rinde, aus einer Masse, die das Wasser nicht so leicht durchläfst, überziehen; eben so wie Ähnliches auf dem natürlichen Wege durch den abgesetzten Sinkstoff des fliefsenden Wassers von selbst geschieht. Führt das durch die Betten fliefsende Wasser keine deckenden Sinkstoffe oder keinen Niederschlag mit sich, so mufs man solchen künstlich zu erzeugen suchen; was auch, den örtlichen Verhältnissen nach, in manchen Fällen vermittels Schlemmgruben angeht, in welchen Letten oder Lehm so aufgelöset wird, wie es in manchen Ziegeleien geschieht; welche fliefsende Masse man dann den Wasserbetten zuleitet, damit das Wasser zum Niederschlage damit geschwängert werde. Läfst sich dadurch noch nicht der beabsichtigte Zweck erreichen, und soll die Wasserhaltigkeit des Canalbettes mehr beschleunigt werden, so müssen die Wände und die Sohle sowohl in schiffbaren Canälen, als auch in Wasserleitungsgräben und in den kleinen Schwemm- oder Flöfscanälen, durch welche in manchen Forsten der Absatz des Brennholzes, besonders in Kloben, so sehr befördert werden könnte, mit einer dünnen Lettenlage, vorzüglich an den undichtesten Stellen, bedeckt werden.

In manchen Fällen ist es nöthig, Dämme an den Canälen, und zwar, wenn es dazu an einer guten Damm-Erde oder an Lehm fehlt, aus *Sand* zu schütten. Mufs Sand dazu genommen werden, so ist es nöthig, im Grunde des Dammes eine Zunge von Lehm zu schütten. Bei mehreren Schleusen des Bromberger Canals ist solches geschehn, um das Durchseigen des Wassers zu verhüten. Bei dem Damm zu Wondolleck wurde der Versuch gemacht, ihn mit

Torf-Erde zu verdichten. Dieses gelang eben nicht, da der Torf ein schwammiger Körper ist, welcher schwindet und quillt und einem grofsen Wasserdrucke nicht widersteht. Nachher mischte man den Sand mit Moor-Erde; dadurch erhielt man stabile Dämme, welche sich gut erhalten haben.

So wie Canäle und Gräben vollendet sind, tritt auch sogleich, besonders im Moorboden, die Vegetation der Sumpfpflanzen ein. Diese Pflanzen befestigen durch ihre Verwurzelung den Boden und die Wände der Wasserläufe, haben aber auch den Übelstand, dafs das Bett ausgekrautet werden mufs, damit nicht der Lauf des Wassers gehemmt werde. Überhaupt darf in den Wasserläufen, um Versumpfungen zu verhindern, auch den gesetzlichen Bestimmungen gemäfs, die Auskrautung nie unterbleiben.

Gleich nach den Kriegs-Unruhen und der darauf erfolgten neuen Grenzbestimmung zwischen Preufsen und Polen wurde mir von der Regierung zu Gumbinnen, deren Mitglied ich damals war, aufgetragen, das Hüttenwerk zu Wondolleck nebst seinem Betriebe zu untersuchen. Ich fand, dafs es rathsam sei, das Hüttenwerk noch bestehen zu lassen und in so weit im Betrieb zur Verfertigung von Gufswaren zu erhalten, als es bei der geringen Wassermenge und dem Beziehen des Eisensteins oder Wiesen-Erzes aus Polen möglich sei.

Im Jahr 1826 ward höhern Orts beschlossen, das Hüttenwerk, wegen der Schwierigkeit der Anschaffung des Eisensteins u. s. w. für Rechnung des Staats nicht ferner bestehn zu lassen, und der Landbaumeister *Vogt* in Lyck mufste eine Taxe davon machen, welche sich auf 26 000 Thaler belief. Hierauf wurde die Licitation des Werks eingeleitet, deren Ergebnifs aber nicht annehmbar ausfiel; und so ward denn beschlossen, das Eisenhüttenwerk, bestehend aus dem Hohen-Ofen und den dazu gehörenden Werken und Gebäuden, aus den zum Stabhammer und Frischfeuer gehörenden Gebäuden und Werken, aus dem Kalkpochwerk, aus den Stauwerken und Wasserleitungen, und aus den öffentlichen Gebäuden, den Wohn- und Wirthschaftsgebäuden, doch noch ferner beizubehalten, weil es sich, der Berechnung zufolge, wenigstens noch ohne Zuschüsse erhalten könne. Da der Eisenstein aus Polen nicht mehr bezogen werden kann, so wird er jetzt aus der Umgegend genommen, wo man ihn bei Friedrichshof und Nikolayken gefunden hat.

5.

Bemerkungen über die Entstehung des Torfs und dessen Benutzung als Bau- und Brennmaterial.

(Von dem verstorbenen Herrn Geheimen Regierungs- und Baurath *Wutzke.*)

Der Torf besteht aus einer Mischung von mehr oder weniger bituminösen und verkohlten Holztheilen mit Sumpfpflanzen und ist gewöhnlich von brauner Farbe. Er erzeugt sich durch zerlegte vegetabilische Theile, auf einem Boden, der feucht und zuweilen der Überschwemmung ausgesetzt ist. Ein solcher Boden heifst dann Torfbruch. Die Versumpfung erzeugt den Torf, und dieser befördert wieder die Verlandung; so findet auch hier eine Wechselwirkung Statt.

Die Torfbrücher sind entweder:

Erstlich, *Hochmoore* und *Holzmoore,* oder
Zweitens, *Niedrige-* oder *Wiesenmoore.*

Die *Hochmoore* liegen hoch und sind, nach den mächtigen Torfmassen zu schliefsen, welche sie enthalten, durch die Auflösung von Holztheilen im Zeitraume von Jahrtausenden entstanden. Diese Torfmassen sind in Ostpreufsen gewöhnlich auf Seesand oder Kalkmergelgrund gelagert. Zum Theil findet man in der Torfmasse ganze, noch nicht völlig verwitterte Baumstämme. An den verschütteten Bäumen ist zum Theil noch die innere Textur, ja selbst die Farbe des Holzes, oder auch die Rinde, besonders die der Birken, kenntlich. Übrigens scheinen diese fossilen Bäume durch Orcane umgestürzt zu sein; denn sie sind mehrentheils nach einerlei Richtung gelagert, und zwar gewöhnlich nach dem Strich der herrschenden Winde. So fand ich im Jahr 1798 bei der Stadt Nackel in einen Torfbruch beim Eingraben in die Torfmasse an mehreren Stellen, besonders bei dem Ausgraben des Grundes zum Bau der Schleusenmeisterhäuser der 9ten und 10ten Schleuse am Bromberger Canal und dem Umgehungscanal der 9ten Schleuse, unter der 9 bis 12 Fufs mächtigen Torfmasse auf dem aus Seesand bestehenden Mutterboden viele Stämme von *Birken*

in der Richtung aus Südwest gelagert und mit Überresten von Sumpfpflanzen gemengt. Die Poren in den Holzstämmen, obgleich schon schwammartig, waren noch kenntlich; die weifse Rinde aber hatte sich so gut erhalten, dafs daran kaum eine Spur von Verwesung sichtbar war. Aus den Gruben in den Torf stiegen, so wie man die Torflagen durchbrochen hatte, so üble Ausdünstungen empor, dafs die Arbeiter davon erkrankten und ärztliche Hülfe bekommen mufsten. Überhaupt stiegen aus der Bruchfläche bei anhaltend nasser Witterung solche verdickten stinkenden Dünste an warmen Tagen Abends auf, dafs man in kurzer Entfernung die Gegenstände nicht erkennen konnte. Sie bedeckten des Morgens, von den Anhöhen gesehen, das ganze Thal dermaafsen, dafs es einem grofsen Gewässer ähnlich war. Die gleiche Erscheinung kommt auf vielen Torfbrüchen und Sümpfen, besonders auch in Ostpreufsen in der Gegend des frischen Hafs und des kurischen Hafs vor, und wirkt dort auf die Gesundheit der Anwohnenden sehr nachtheilig. Es finden sich in vielen Hochmooren in Ostpreufsen, und besonders in Litthauen, Lagerhölzer von den frühern grofsen Wäldern, in welchen viele Sümpfe waren. Man trifft oft noch Baumstubben auf dem Mutterboden *stehend* an. Bestehen das Lagerholz und die Stubben aus Kiehnenholz, welches sich wegen seiner harzigen Theile Jahrhunderte lang in nassem Zustande unverweslich erhält, so wird es als Kiehn, so wie auch zum Theerschwelen gebraucht und an den Torfgräbereien achtelweise zum Verkauf aufgestellt.

Die *niedrigen* oder *Wiesenmoore* sind von Höhen eingeschlossen und durch Kräuter und Sumpfpflanzen entstanden.

In beiden Arten von Brüchern kommen zuweilen unter der Torfdecke auf dem Mutterboden Lagen von *Kalkmergel* vor, der zum Theil viele kleine Muscheln enthält und, gebrannt, einen guten Kalk zum Weifsen und Tünchen der Wände giebt, indem er keine Blasen an den Wänden zurückläfst. Diese Mergellagen sind zum Theil mit einigen Adern durchzogen, welche die Farbe des blauen Spinat haben und wahrscheinlich Blaueisen-Erde sind, die sich in mehreren Preufsischen Torfmooren beim Rasenstein findet. Man hat diesen Mergel auch schon mit günstigem Erfolge zu Dünger benutzt; wobei es jedoch auf die rechte Beurtheilung ankommt, welcher Boden-Art er zusage.

Der Torf läfst sich durch Schwemmen ungemein verdichten. Davon habe ich im Jahr 1809 ein Beispiel gesehen, indem der damals in Kalwellen angestellte Torffactor Hauch aus der Torfmasse, welche durch Aufweichen und

Kneten dergestalt verdichtet war, dafs sie der Steinkohle glich, viele saubere Arbeiten verfertigte, als Kreuze, Medaillen, Ohrringe u. s. w., die der Seltenheit wegen geschätzt wurden.

Der ursprüngliche oder sogenannte gewachsene Boden, auf welchem Sand oder Kalkmergelschichten liegen, besteht in Ostpreufsen aus grauem oder bräunlichem Lehm, mit Geschieben vermengt, und ist vom strömenden Wasser wahrscheinlich Jahrtausende hindurch ausgehöhlt worden.

Der sogenannte ***Baggertorf*** ist ebenfalls aus organischen Theilen erzeugt, welche aber so zerlegt sind, dafs er nur ein Schlamm ist, welcher im trocknen Zustande, wo er sehr zusammengeschwunden ist, birst. Dieser Torf ist zum Theil mit so vielen Schnecken und Muscheln gemengt, dafs er als Brennmaterial nicht gebraucht werden kann.

Der ***Rasentorf*** liegt gewöhnlich $\frac{1}{2}$ bis 2 Fufs mächtig und erzeugt sich durch Zersetzung vegetabilischer Theile auf wasserhaltigem Sandgrunde nahe an den Landseen, Strömen und Flüssen. Er bedeckt in Ostpreufsen und Pommern grofse Flächen. Unter der Rasenrinde liegt, besonders im vormaligen Neu-Ostpreufsen, und vorzüglich in den Brüchern am Narew- und dem Omulewflufs, eine Schicht sehr porösen ***Eisensteins*** oder ***Wiesen-Erzes***, 1 bis 2 Fufs mächtig. Dieser Eisenstein mufs, um ihn zu benutzen, zweimal geschmolzen werden; wie es auf dem Eisenhüttenwerk zu Wondolleck geschieht. Die Polen brachen diesen Eisenstein schon in früherer Zeit, schmolzen ihn in einem aus Feldsteinen und Lehm sehr einfach aufgeführten Ofen, und machten aus diesem rohen Eisenklumpen einen Handels-Artikel. Man findet in dortiger Gegend noch viele Schlacken, als Spuren des frühern Eisengewinnes.

Auf dem Mutterboden unter den Torflagen findet man hin und wieder manche ***alterthümliche*** Dinge. So fand man am rechten Ufer des Pissaflusses, zwischen Gumbinnen und Stallupöhnen, in einer Torfgräberei auf dem Mutterboden einige Geräthschaften, so wie Pfeile von erhärtetem Holze, mit einer Schneide von gespaltenen Feuersteinen u. s. w. Wahrscheinlich rührten diese Pfeile von den Einfällen der Tartaren her, welche im Jahr 1656 tief in Lithauen eindrangen und daselbst grofse Verwüstungen anrichteten.

Die Brücher überhaupt nehmen einen bedeutenden Theil der aufgeschwemmten Rinde des Erdballs ein. Zu ihnen gehören auch die Torfbrücher.

In Ostpreufsen sind sie nicht unbedeutend; ihre specielle Beschreibung übergehe ich, um nicht weitläuftig zu werden. Bei dem jetzigen Zustande mancher Forsten und dem zu befürchtenden Mangel an Brennmaterial gewannen diese Torfbrücher bald so sehr an Wichtigkeit, dafs die Staatswirthe schon vor mehreren Jahren ihr Augenmerk darauf richteten.

Schon vor vielen Jahren benutzte man in Gröningen, Ostfriesland, im Herzogthum Bremen, in Hannover, in Holstein und Jütland den Torf als Bau- und Brennmaterial aus und baute ganze Gebäude von Torf auf den Brüchern und deren Rändern.

Auch in Ostfriesland findet man unter der Torfdecke auf dem sandigen Mutterboden zuweilen viel Lagerholz, gleich umgestürzten Wäldern. Ist daselbst ein Bruch ausgetorft, so wird der Boden möglichst zu Acker cultivirt; es werden Entwässerungsgräben gezogen, Colonieen angelegt, und die Torfbrücher werden dann *Vehne* genannt. Werden aber die Ländereien jener Colonisten von dem sauern bituminösen Moorwasser überschwemmt, so leidet die Vegetation sehr und der Ertrag ist gering.

Zu den Gebäuden bedient man sich des leichten Moos- (Heide-, Kraut- und lederartigen) Torfs und überzieht die Wände mit einem dünnen Anwurf von Kalk, zum Schutz gegen die Feuchtigkeit und gegen das Feuer. Selbst die Dächer lassen sich mit grofsen Torfplatten von Heide- oder Plattentorf belegen. Es versteht sich, dafs die zum Bauen der Gebäude bestimmten Torfstücke ganz regelmäfsig gestochen werden müssen.

Die Torfbrücher nennt man *Hochland* und *Grünland*. Erstere liegen auf Sandgrund, letztere liegen tiefer und haben eine Decke von einer losen Torfschicht. Die aus erstern gestochenen Torfe heifsen *Hogetorf*, aus letztern in manchen Gegenden *Darg;* welcher zum Bauen den Vorzug hat.

Nachdem Brücher bis auf den Mutterboden ausgetorft sind, kann der Boden in manchen Fällen noch zu *Wiesen* cultivirt werden. Läfst sich aber nach den Localverhältnissen der Torf nicht bis auf den Mutterboden wegschaffen, so geht wieder die Vegetation der Sumpfpflanzen und Wassermoose zur Erzeugung neuen Torfs kräftig vor sich; und selbst der Aufschlag der weichen Laubhölzer macht gute Fortschritte; was man auch in Ostpreufsen in einigen in Betrieb stehenden Brüchern am kurischen Hafe, bei Prokuls u. s. w., deutlich sehen kann.

Wegen der Reichhaltigkeit der vielen, zum Theil sehr grofsen Torfbrücher in Ostpreufsen, in welchen die Torfmasse reif ist, wurde die Gewinnung oder der Stich des Torfs, in Erwägung des Bestandes der Forsten, schon vor vielen Jahren in den Königlichen Domainen- und Forstgemeinden unter die Staats-Administration gestellt und es wurden von der Königlichen Bergwerks und Hütten-Behörde die nöthigen Beamten zur Leitung des Betriebes angestellt. Von denselben hatten späterhin die Ober-Inspectoren, um ihre Angelegenheiten auf dem kürzesten Wege behandeln zu können, Sitz und Stimme für ihr Geschäft im Plenum der Regierungen. Sie waren, so wie die ihnen untergeordneten Torffactoren, zugleich verpflichtet, den Grundbesitzern, die in in ihren Feldfluren Torfbrücher hatten, mit ihrem Rath bei dem öconomischen Betriebe der Brücher zu unterstützen. Hierdurch kam in den Betrieb der Torfgewinnung ein geregeltes und reges Leben, und die Ausbeute, besonders in Litthauen, war auf den grofsen Torfgräbereien sehr bedeutend. Der gewonnene Torf wurde nach bestimmten Maafsen gestochen und dann getrocknet. Die aus den Torfgruben zu Tage geförderten Kiehnstubben und andere Hölzer wurden auf dem Rande der Brücher oder auf festem Boden achtelweise zum Verkauf aufgestellt; bei welchem allem viele arme Arbeiter ihren Brod-Erwerb fanden. Der Preis des Torfs und des Lagerholzes aber wurde so mäfsig bestimmt, dafs auch der arme Mann sich seinen Feuerungsbedarf ankaufen konnte, und dieser Preis diente zugleich den Grundbesitzern zur Norm, wenn sie Concurrenz halten und den Torf aus ihren Gräbereien absetzen wollten. Ein solches Beispielgeben ist gewifs in vielen Fällen, um Regsamkeit zum allgemeinen Besten hervorzubringen, sehr nützlich und nothwendig, und Nachahmungen dann zu sehen, sehr erfreulich.

Es müssen Torfbrücher nothwendig unter polizeilicher Aufsicht gehalten werden, damit sie im trocknen Zustande beim Abbrennen des darauf stehenden Heidekrauts und Mooses zur Gewinnung an Schafweide u. s. w. nicht *angezündet* werden; denn solch ein Feuer greift oft weit um sich, und die Brücher brennen dann fast bis auf den Grund aus. So gerieth z. B. im Jahr 1798 das Torfbruch, durch welches der Bromberger Canal gezogen ist, auf der linken Seite, zwischen der 9ten und 10ten Schleuse, gerade als ich dort die Ausführung der Schleusen leitete, so in Brand, dafs sich das Feuer bis in das Ufer des Canals fortpflanzte und mit allen Löschmitteln und aller Beihülfe der Bewohner der Stadt Nackel, deren Weideterrain das Bruch war, nicht eher gelöscht werden konnte, als bis man beim Eintritt des Winters die aus-

gebrannte Vertiefung aus dem Canal mit Wasser füllen konnte. Durch diesen Torfbrand hätte der Schiffahrtsverkehr auf dem Canal beinahe sehr leiden können. Auf der Brandstelle stieg aus der in der Tiefe nur glimmenden Torfmasse verdickter, übel riechender Dampf auf, der in der Ferne einem Heerrauch glich. Auf der ausgebrannten Torfmasse aber liefs das Feuer eine so dicke Lage von Asche zurück, dafs die Vegetation völlig erstickt war und mehrere Jahre hindurch kein Keim von Gräsern wieder zum Vorschein kam. Dagegen mengten sich die Colonisten, die am Canal auf der Bruchfläche angesiedelt waren, den mit Humussäure geschwängerten Boden mit Sand und bauten darauf mit reichlichem Gewinn Hafer und mehrere Arten Gemüse.

Die grofsen Bruchflächen, welche durch den Canal und die Entwässerungsgräben trocken gelegt waren, fielen schon Friedrich dem Grofsen, als er auf einer Reise zur Revue bei Mockerau in Westpreufsen den Bromberger Canal besichtigte, auf. Er befahl, in Nakel eine Cavallerie-Caserne, auf den Bruchflächen aber Hafer zu bauen; den Saathafer liefs er ankaufen und an die Grundbesitzer vertheilen. Der Befehl wurde befolgt, aber der Gewinn an Hafer war nicht ergiebig, und als sich der König bei der nächsten Anwesenheit in Nakel nach dem Ausfall der Hafer-Erndte erkundigte und ihm gesagt wurde, der Hafer sei zu sehr ins Stroh geschossen und der Ertrag an Körnern sehr unbedeutend gewesen, erwiederte er: „Warum mischt ihr nicht die Erde des Bodens mit Sand? es bleibt hier doch immer noch eine polnische Wirthschaft!" Friedrich der Grofse hatte in Cüstrin, wo er den Sitzungen der Kriegs- und Domainen-Kammer beiwohnte, so wie auf seinen Reisen in der dortigen Gegend an der Oder und der Warthe, gute Kenntnisse von der Agricultur gesammelt, die man nachher während seiner Regierung, besonders bei den Meliorationen, bewunderte. Auf den Mischungen des Torfbodens mit Sand zur Garten-Erde baut man in der Litthauschen Niederung, besonders am grofsen Friedrichsgraben, viel Gemüse. Mit den Zwiebeln treibt man dort einen nicht unbedeutenden Handel. Gewöhnlich werden in Ostpreufsen die Torfbrücher, nachdem sie ausgetorft sind, geebnet und zum Theil an den Rändern zum Gemüsebau eingerichtet; oder sie werden auch der Vegetation der Sumpfpflanzen, Gräser und Moose zur Erzeugung neuer Torfmassen und Gesträuchs überlassen.

Werden die Torfe aus Pütten, die man so grofs macht, dafs ein Mann darin bequem arbeiten kann, gestochen, wie es besonders in Hinterpommern

gebräuchlich ist, so geht in den ausgetorften Gruben die Vegetation der Sumpfpflanzen und Moose bald wieder vor sich, und man nimmt an, dafs darin in einem Zeitraume von 50 Jahren schon wieder reifer Torf vorhanden ist. Es versteht sich, dafs dabei die Oberfläche der Brücher, um keine Torfmasse zu verlieren, regelmäfsig eingetheilt werden und die obere Decke, die sogenannte ***Banker-Erde,*** abgeräumt werden mufs.

Unreife Torfbrücher, unter der Benennung ***Moosbrücher,*** giebt es in Preufsen, in den frühern Wasserbecken, noch viele, von bedeutendem Umfange. Zum Theil steht in denselben die schwammige Moosmasse höher als der angrenzende Boden. Sie saugen den Niederschlag aus der Atmosphäre ein und dünsten ihn mit einem unangenehmen Geruch wieder aus. Sie sind noch keiner Cultur fähig; selbst das Gesträuch verkrüppelt auf ihrer Oberfläche. Man hat schon versucht, sie nach anhaltender Dürre ***auszubrennen;*** aber nachdem das Feuer die trockne Decke verzehrt hat und nun auf die noch mit Wasser gesättigte Masse kommt, erlischt es, und die entstandene Asche bildet dann bei nasser Witterung einen unzugänglichen Sumpf, der auch noch keine Vegetationskraft besitzt.

Der ***Rasentorf*** bedeckt in Preufsen zum Theil grofse Flächen, und wird auch in manchen Gegenden als Brennmaterial benutzt. Er verbreitet aber beim Verbrennen oft einen so unangenehmen Geruch, dafs man ihn schon in bedeutender Entfernung von den Dörfern und Ortschaften spürt; und in den Gebäuden, besonders in den Fischerwohnungen, die zum Theil noch keine Schornsteine haben, ist dieser Geruch für Jeden, der sich nicht daran gewöhnt hat, unerträglich. Auch der Torf aus Hoch- und Wiesenmooren hat immer einen unangenehmen Geruch; besonders wenn er nicht recht trocken ist; in welchem Fall es auch schwer ist, ihn ohne Hülfe von Holz zum Brennen zu bringen.

Wie sich der in dem Torf enthaltene Brennstoff zu dem der verschiedenen Holz-Arten verhalte, ist im Allgemeinen schwer zu sagen, da der Torf in Rücksicht der Dichtigkeit seiner Masse und der darin enthaltenen fossilen Theile zu sehr verschieden ist.

Grenzt der Rasentorf an Ströme oder grofse stehende Gewässer, so werden vom Hochwasser oft grofse Flächen der torfigen Rinde, besonders wenn sie angefroren sind, mit den Eisschollen vom Mutterboden abgehoben

und schwimmend mit fortgeführt, bis die rollenden Wellen sie auflösen oder zerschlagen. So geschieht es z. B. häufig am Ufer des kurischen Hafs, wo beim Aufbruch und dem Abgange der dicken Eisdecke durch grofse Frühlingsfluten zuweilen bedeutend grofse Flächen der Torfrinde von dem Mutterboden abgelöset und durch die Stürme aus Ost- oder Südost an die kurische Nehrung getrieben werden, deren Bewohner sie dann aus Mangel an Holz, obgleich der Torf zum Theil noch nicht reif ist und einen sehr üblen Geruch verbreitet, zum Brennmaterial auffangen. So lösete sich vor einigen Jahren, eine Meile unterhalb Labiau, bei der dortigen Unterförsterei, eine Fläche Torfrinde von mehr als einem Morgen grofs mit dem darauf stehenden Gebüsch von dem Boden ab und wurde schwimmend auf dem Hafe von den Wellen fortgetrieben, die sich dort sehr kurz schwingen und oft sehr zerstörend sind. Sie heben den Boden, wenn er nicht fest verwurzelt ist, auf, zerschellen ihn, und das Gesträuch wird dann als Sprockholz an das Ufer getrieben.

Der von der Torfrinde entblöfste Mutterboden wurde hier bei den Überschwemmungen durch den Rückstau aus der Ostsee in das Haf und aus diesem über das angrenzende niedrige Terrain von den rollenden Wellen so angegriffen, dafs das Haf in den grofsen Friedrichsgraben zu dringen drohte. Es mufsten zur Erhöhung des Haf-Ufers Schlickzäune und Nesterpflanzungen von Weidenstrauch zu einer lebendigen Schutzwehr gemacht werden; wie solches in Preufsen an mehreren Gewässern geschehen ist.

Die durch die Wirkung der Wellen aus den schwimmenden Torfmassen und überhaupt aus den torfigen Ufern gehobenen Sinkstoffe lagern sich nachher wieder an dem Ufer, wo das Wasser in Ruhe ist, und bilden dort oft scheinbare Verlandungen, bis über den Wasserspiegel hoch und von bedeutender Gröfse. Diese Masse, welche man *Pilwe* nennt, ist aber so leicht, dafs sie bei einem Sturm in kurzer Zeit völlig wieder verschwindet und also ein blofses Spiel der Sturmfluten ist; weshalb auch alle Versuche sie festzulegen mifsglückt sind. Die lose Masse steht oft 10 bis 20 Fufs tief auf dem gewachsenen Boden. Viele weifse Wasser- und Sumpfpflanzen werden von dem Boden der Hafe an die Ufer gespült und durch den Wellenschlag, wenn die Anwohnenden sie nicht auffangen, zu Sinkstoffen verarbeitet.

Die Vegetation der Wasserpflanzen ist auf dem Grunde im Bette der beiden Hafe, besonders im Frischen Haf, so bedeutend, dafs man bei ganz

ruhigem Wasserspiegel, durch welchen sich bis auf den Grund sehen läfst, ein Kornfeld zu erblicken glaubt. Die auf dem gewachsenen Boden gelagerte Moderschicht ist mit kleinen Muscheln gemischt und die Oberfläche ist damit bedeckt; worüber später bei den Bemerkungen über die Versumpfungen mehr gesagt werden wird.

Nachdem der regelmäfsige Betrieb der Torfgewinnung in Preufsen, wie oben bemerkt, in Gang gebracht und die Grundbesitzer darüber belehrt worden waren, wurden schon vor einigen Jahren die Königlichen Torfgräbereien der Forstbehörde bei den Königlichen Regierungen zur Verwaltung und Aufsicht übergeben. Es wurde nun theils Torf zum Verkauf gestochen, theils wurden die Bruchflächen nach sogenannten Stichruthen zum Selbststechen auf ein oder mehrere Jahre verpachtet, um den armen Leuten die Anschaffung ihres Torfbedarfs zu erleichtern.

Der Torf ist jetzt wegen der frühern Verwüstung der Wälder zu einem wichtigen und fast unentbehrlichen Bedürfnisse geworden. Früher, als die deutschen Ritter ihren Heereszug zur Bekehrung der Einwohner und zur Besitznahme des Landes machten, fanden sie, wie schon bemerkt, das Land noch zum gröfsten Theil mit Wäldern und Sümpfen bedeckt, die ihnen das Vordringen unter der tapfern Vertheidigung der alten Preufsen sehr erschwerten. Nachdem endlich der gröfste Theil des Landes von dem Orden in Besitz genommen war, suchte man auch das Forst- und Jagdwesen zu ordnen (Siehe in den „Beiträgen zur Kunde Preufsens" 6. Band Seite 97 die vom Oberfortmeister ***Jester*** aus den alten Urkunden zusammengetragenen Bemerkungen). Im Jahr 1363 wurde unter der Ordensregierung von dem Hochmeister Winrich von Kniprode die erste das Forstwesen betreffende Verfügung erlassen. Man dachte damals wohl nicht daran, dafs je Holzmangel eintreten könnte, und die Verfügungen der Ordensregierung aus dem 15ten und 16ten Jahrhundert bezogen sich gröfstentheils nur auf die Schonung des Wildprets. Auf einer im Jahr 1540 zu Königsberg gehaltenen sogenannten Tagfahrt (einer Art von Landtag) wurde das Büchsenschiefsen auf 4 Jahre lang gänzlich untersagt, dagegen aber den jungen Leuten erlaubt, bei den Städten sich mit Scheibenschiefsen zu belustigen; wovon das jetzige Scheibenschiefsen und die spätern sogenannten Schützengilden herzuleiten sind. Die Strafe der Wilddieberei war: Augenausstechen, oder, ohne weitere Rechtsfrage, an einen Baum Aufhän-

gen. Die Strafe auf die Vergehung der Beutner, ihre eignen oder fremden Bienen ganz auszunehmen, übergehe ich zu beschreiben; sie war fürchterlich und empörend.

Die deutschen Ritter bauten auch in mehreren Gegenden der grofsen Wildnisse Schlösser nach damaliger Art, sogenannte Jagdbuden, die zugleich zu festen Puncten oder kleinen Festungen dienten und von welchen noch Ruinen vorhanden sind. In den Forsten oder Wildnissen war eine solche Menge Wild, dafs z. B. im Jahr 1613 erlegt wurden: 672 Hirsche, 614 Thiere (Hirschkühe), 179 Wildkälber, 138 Rehe, 5 Bären, 8 Wölfe, 810 Säue, 64 Füchse, 217 Hasen, 6 Dachse, 1 Marder. Das Wild wurde theils in Netzen gefangen, theils geschossen. Das Jahr vorher waren unter andern auch 45 Elenthiere und 8 Auer erlegt worden. Im Jahr 1582 erliefs der Markgraf Georg Friedrich eine gedruckte ausführliche Wald-Ordnung, durch welche die Waldverwüstungen verboten und verpönt wurden.

So wurden also die Verhältnisse der Forst- und Jagdbeamten allmälig regulirt, und der erste Oberforstmeister wurde in der Stadt Rhein angestellt. Die bis dahin bestandenen Wildnifsbereiter erhielten den Titel Oberförster; ihr Gehalt war nur geringe, aber sie erhielten Deputate, bis auf den Ingwer, Pfeffer, Saffran u. s. w. Späterhin wurden noch viele Verordnungen wegen Verwaltung der Forsten erlassen; welche manches Nützliche enthalten, die ich hier aber übergehen mufs.

In Folge der Zeit haben die Regenten des Preufsischen Staats immer ihre Aufmerksamkeit auch auf die Forstcultur, als einen wichtigen Zweig der Staatsverwaltung gerichtet und die Verpflichtungen, die aus den Ritterzeiten auf den Forsten lasteten, möglichst abzulösen gesucht; besonders die Verabreichung des freien Bauholzes zum Bau und zur Erhaltung der Wassermühlen, deren im Verwaltungsbezirk der Königlichen Regierung zu Königsberg eine Menge vorhanden sind: nemlich 379 Mahlmühlen, 95 Schneidemühlen, 17 Lohmühlen, 25 Walkmühlen, 5 Ölmühlen, 11 Papiermühlen, 3 Eisenhammer und 5 Kupferhammer. Der gröfste Theil dieser Wassermühlen, nebst den dazu gehörigen Schleusen oder Archen und Bohlwerken, war zu freiem Bauholz aus den Staatsforsten berechtigt. Zur Abfindung dieses Servituts mufsten die Hydrotechniker den jährlichen durchschnittlichen Holzbedarf zum Bau und zur Erhaltung der

Mühlenwerke nach Erfahrungsprincipien ermitteln und dessen Werth nach der Taxe der Forst berechnen; worauf denn zwischen den Mühlenbesitzern und dem Forstfiscus verhandelt wurde.

Ebenso wurde der Bauholzbedarf zu den privilegirten Wohn- und Wirthschaftsgebäuden von den Kreisbaubeamten ermittelt und berechnet, und zwar sowohl zum Bau in Fachwerk, als wenn die Freibauholzberechtigten massiv von Ziegeln bauten; in welchem letzten Fall sie den Werth des ersparten Holzes und aufserdem noch eine Prämie im Verhältnifs der Gröfse der Gebäude erhielten. Dafs die Baubeamten hierdurch sehr beschäftigt wurden, und dafs blofse Theorieen zur Erfüllung solcher Aufträge nicht ausreichten, ist klar.

Auch die Erhaltung der ***Brücken,*** deren es in Preufsen eine grofse Menge giebt, kam bei der beabsichtigten Schonung der Forsten in Betracht, weil das Bauholz dazu den Forsten sehr lästig wurde. Man beschlofs, die Brücken so viel als möglich von Steinen zu bauen. Wie viele Brücken allein im Bezirk der Königlichen Regierung zu Königsberg, dessen Flächen-Inhalt nach der topographischen Übersicht des Verwaltungsbezirks der Regierung zu Königsberg vom Jahr 1820 404 geographische Quadratmeilen umfafst, vorhanden sind, habe ich schon in meinen oben erwähnten Bemerkungen über die Gewässer, die Ostseeküste u. s. w. angegeben. Es sind ihrer nach den speciell aufgenommenen Brücken-Verzeichnissen nicht weniger als 8579. Mehrere gröfsere Brücken sind an 200 Fufs lang, die kleinsten 4 Fufs. Die hölzerne Pfahlbrücke bei der Stadt Wehlau über den Pregel ist 891 Fufs lang. Die Brücken in den in neuerer Zeit gebauten Kunststrafsen sind in jener Zahl nicht mitbegriffen. Diese Chausséebrücken sind fast sämmtlich massiv erbaut, oder haben doch, wo die örtlichen Verhältnisse nicht steinerne Decken erlaubten, wenigstens massive Stirnmauern und Jochpfeiler aus gespaltenen Feldsteinen, auf welchen dann hölzerne Decken liegen. Die kleinen Brücken und Drummen über kleine Wasserläufe und Graben wurden in den Königlichen Domainenvorwerks- und Forstgrenzen schon vorlängst aus gespaltenem oder gesprengtem Granit gebaut, woran in Preufsen auf dem aufgeschwemmten Boden kein Mangel ist; auch zu einem Beispiel zur Nachahmung der Grundbesitzer. Der Geheime Ober-Baurath ***Gilly*** wirkte hierzu thätigst mit. Er hat diese Brücken in seinem Handbuch der Landbaukunst, zu welchem auch ich mehrere Materialien gesammelt habe, im Jahr 1797 beschrieben und bildlich dargestellt. Die Nachahmung dieser kleinen Brücken aus Stei-

nen von Seiten der Grundbesitzer ist denselben schon sehr ersprieſslich gewesen; sie haben Holz erspart, dauerhafte Brücken bekommen und ihren Acker von den grofsen Steinen gereinigt. Um die steinernen Brücken noch mehr zu verbreiten, bestimmte eine Cabinets-Ordre des hochseligen Königs vom 19ten 1804, dafs denjenigen Unterthanen in Ostpreufsen, Litthauen, Westpreufsen und dem Netzdistrict, welche zum Bau der kleinen Brücken freies Bauholz erhalten, im Fall sie dieselben massiv bauen, aufser dem Werth des Holzes nach der Forsttaxe, noch eine Prämie gezahlt werden solle; und zwar für eine Brücke aus gebrannten Steinen von 3 bis 4 Fufs im Lichten weit 8 Thlr., von 5 Fufs weit, mit einem Gewölbe von $1\frac{1}{2}$ Ziegeln dick und mit Spundwänden, 18 Thlr. Diese Verordnung ist zwar bei der Eigenthumsverleihung der bäuerlichen Höfe wieder aufgehoben worden, allein es läfst sich erwarten, dafs alle Grundbesitzer, die ihren eigenen Vortheil einsehen, ihre hölzernen Brücken bald selbst in massive von Feldsteinen oder Ziegeln umschaffen werden.

Zu den Abfindungen, um die Forsten zu schonen, gehört auch die des *Brennholzes* und der *Waldweide;* welche letztere in der Folge, als auch in Preufsen die Stallfütterung allgemeiner geworden war, weniger Werth hatte. Bei diesen Ablösungen hat man schon die Torfbrücher berücksichtigt und Theile davon den zu Brennholz Berechtigten zum Selbststich überwiesen.

Zum *Bauen* ist der Torf aus Mangel an Holz in Preufsen noch wenig benutzt worden. Es sind noch keine ganzen Gebäude davon aufgeführt. Man baut eher von Lehm, wo er zu finden ist und nicht, gleich dem Torf, einen Werth hat. Jedoch hat man schon in manchen Gegenden die Fachwerkswände in den obern Etagen, wenn sie auf die Balken gesetzt werden und leicht sein müssen, mit Torf, der dazu nach bestimmten Maafsen gestochen oder in Formen wie Ziegel gepreſst wird, in reinem Kalkmörtel ausgemauert, und möglichst eine Torfmasse dazu genommen, in welcher die feinen Gräser und Wurzeln noch nicht wie in dem Wiesentorf völlig verwittert sind, damit sich der Anwurf von Kalk mit dem Torfe besser verbinde. In Litthauen wird auf einigen Torfgräbereien die lose Torfmasse in Formen zum Brennmaterial *gepreſst,* und so läfst sich um so mehr der Torf zum Ausbau der Gebäude gebrauchen. Auch lassen sich aus solchen gepreſsten Torfziegeln leichte Gewölbe, die dann keiner starken Widerlagen bedürfen, in den Gebäuden verfertigen; was auch schon früher in manchen Gegenden geschehen ist. Es kommt dabei nur darauf

an, den Torf gegen das Eindringen der Feuchtigkeit durch einen dünnen Kalk-Anwurf zu schützen.

In einigen Gegenden hat man auch in Nothfällen, um ein Obdach zu erhalten, ganze Gebäude von Rasen- oder sogenannten Paltentorf aufgeführt und den Torf, so wie er mit Heidekraut oder andern Gräsern bewachsen ist, ohne weitere Verbindung zu den Wänden auf einander gepackt; besonders in Litthauen, im Bezirk der Königlichen Regierung zu Gumbinnen, in der Gegend zwischen Tilsit und Memel, an der Russischen Grenze, wo auch viele Bewohner ihre Hof- und Gartenbewährungen von Paltentorf aufgeführt haben. Waren diese Bewährungen verwittert und verfielen, so wurde die torfige Masse auf dem sandigen Boden durch Mischung mit dem Sande zu einer tragbaren Erde gemacht. So hat man in dortiger Gegend Sandschellen mit abgestochenen Torfbülzen, um den Flugsand zu hemmen, welcher sich bis an die Russische Grenze fortpflanzt, weithin belegt und dann den Sandboden mit Laubholz bepflanzt, oder mit Sandroggen, Sandhafer und andern Sandgräsern besaamt; worin sich einige Grundbesitzer sehr rühmlich ausgezeichnet und dadurch ein Beispiel davon, was sich alles zur Beförderung der Cultur thun läfst, zur Nachahmung gegeben haben. Durch Mangel an Holz sind hier die Bewohner auf den Paltentorf zum Brennmaterial angewiesen. Sie müssen sich an den üblen Geruch gewöhnen; welcher im Anfange unausstehlich ist.

In manchen Gegenden, besonders in Hinterpommern und in einem Theile der Neumark, wird die torfige Rasenrinde, welche gewöhnlich auf sandigem Grunde liegt, mit einer sogenannten Breithaue abgehackt und auf die Wirthschaftshöfe zur Bereitung von Dünger gefahren, oder auch gleich auf den Acker gebracht und in grofse sogenannte Mieten gesetzt, die so lange liegen bleiben, bis die darin befindlichen vegetabilischen Theile verfault sind; worauf sie dann auf den sandigen Acker ausgebreitet werden und zur Düngung dienen; was hier die Natur versagt hat, müssen künstliche Mittel ersetzen. Auf dem abgestochenen Boden schlagen die Wurzeln von Heidekraut und Gräsern bald wieder aus und geben dann eine gute Weide, besonders für Schafe, an welchen es in manchen Gegenden sehr mangelt; so dafs also hier ein doppelter Zweck erreicht wird.

Zu Wasserbauen kann der Torf, aufser zu Dammschüttungen, nur wenig gebraucht werden. Beim Schütten der Dämme mufs die moorige Torfmasse mit

Sand und Damm-Erde gemischt werden; wie bei dem Eisenhüttenwerk zu Wondolleck erwähnt worden.

Zum Hinterfüllen der Bohlwerks- und Schleusenwände ist die Torf-Erde nicht brauchbar, weil sie zu sehr quillt und wieder schwindet. Aufquellend drängt sie die Bohlwerke über, und wenn sie schwindet, entstehen, besonders wenn die Wand nicht mit Lehm oder Letten hinterfüllt ist, Spalten an den Holzwänden, in welchen sich das Schnee- und Regenwasser sammelt und das Holz zur Fäulnifs bringt. Überhaupt greifen die in der Torfmasse enthaltenen Säuern das Holz an, besonders wo Trockenheit und Nässe wechseln, was dann die weichen Holzfibern bald zerstört.

6.

Über practisch-richtiges Nivelliren oder Wasserwägen.

(Von *Carl Reinhold*, Königl. Hannöverschem Geometer.)

(Fortsetzung des Aufsatzes No. 1. im ersten Hefte dieses Bandes.)

Zweiter Abschnitt.

Beschreibung der in den Jahren 1817 und 1818 ausgeführten Nivellirung und Profilirung der Ems von der Ostfriesischen Grenze bei Halte, bis zur Hannöverisch-Preufsischen Grenze oberhalb Salzbergen, auf 43 150 rheinl. Ruthen lang; nebst einer kurzen Darstellung derjenigen Nivellir-Methode, welche im Königreich der Niederlande bei der Untersuchung der dortigen Ströme und Flüsse nach der Anordnung des dortigen Ministeriums angewendet worden ist.

§. 1.

Practische Wasserbaukundige werden wohl immer, auch bei dem Nivelliren, Erfahrungen anderer Sachkundigen an wirklichen Beispielen ausgeführter Untersuchungen zu regulirender und schiffbar zu machender Ströme angenehmer und belehrender finden, als blofs theoretische Anweisungen.

Deshalb scheint es nicht unangemessen, hier eine kurze Beschreibung des Verfahrens mitzutheilen, welches bei der in den Jahren 1817 und 1818 ausgeführten Nivellirung und Profilirung des Emsstroms auf die bedeutende Länge von 43 150 rheinl. Ruthen oder etwa 22 Postmeilen von sacherfahrnen Ingenieurs als vorbereitende Untersuchung zu der von den Kronen Hannover und Preufsen beschlossenen Schiffbarmachung der Ems betrachtet worden ist.

§. 2.

Um sichere und auf die Carte einzutragende Puncte zu haben, wurde am linken Ufer der Ems der Halter Siel als Anfangs- oder Nullpunct des Nivellements angenommen, und es wurden von hieraus flufsaufwärts Terrainpfähle von $1\frac{1}{2}$ bis 2 Fufs lang, 2 Zoll dick, von 50 zu 50 Ruthen an dem Ufer entlang und dem krummen Laufe des Flusses möglichst folgend, ganz in die

Erde eingeschlagen und numerirt. Der Anfangspunct wurde mit 0, der erste Hundertruthenpfahl mit I., der zweite mit II., alle zwischen diesen Hauptpfählen stehenden 50 Ruthenpfähle aber wurden mit 50 und der Zahl, auf welche der Pfahl folgte, bezeichnet. Um die Pfähle und Nummern wieder zu finden, wurde vor jedem Pfahle ein kleines Loch gegraben. Neben jedem Hauptnummerpfahle vorwärts, z. B. bei I., II. u. s. w., wurde ein Pegel mit derselben Nummer I., II. u. s. w., nemlich ein 3 bis 4 Zoll starker Pfahl mit glatt abgesägtem Kopfe, in die Ems fest eingetrieben, und so, dafs noch das niedrigste Wasser ihn bespülte.

In der Station No. 34., gleich oberhalb der Rheder Brücke, fand man es aber bequem, die Pegel von hier ab neben den 50 Ruthen- oder Instrumentenpfählen in der Mitte der Station einschlagen zu lassen, weil man so die Pegel unmittelbar in der Nähe des Instruments beobachten konnte, während man bis hiehin 50 Ruthen weit danach visiren mufste. Da der Marqueur zu Rhede in der Station No. 33. steht, wo also ein Pegel nöthig war, so sind die Nummern der folgenden Pegel wegen dieses Ausfalls immer um *Eins* kleiner als die Zahlen der Stationen. Es steht demnach in der Station No. 34. der Pegel No. 33., in der Station No. 35. der Pegel No. 34., in der Station No. 100. der Pegel No. 99. u. s. w.; welches auf den Längenprofilen an den Perpendikeln mit Zahlen bemerkt ist und hier nur zur Vermeidung eines Irrthums angeführt wird.

Jede Station, in deren Mitte der Stationspfahl steht, über welchem jedesmal das Instrument aufgesetzt wurde, ist also 100 Rheinl. Ruthen lang.

Nach *Müllers* „Practischer Abhandlung vom Nivelliren" soll aus einer Station immer *vorwärts* nivellirt und für die Abweichung der scheinbaren von der wahren Horizontallinie, so wie für die Strahlenbrechung eine Correctionsrechnung angestellt werden; wozu Correctionstabellen beigefügt sind.

Nach *Hogreve*'s Art soll, aufser der Horizontallinie, mit einem eigends dazu eingerichteten Instrumente auch noch ein Elevations- und Depressionswinkel beobachtet werden.

Alle diese Correctionsrechnungen, die nur zu Irrthümern Anlafs geben, kann man aber füglich ganz ersparen, wenn man nach der von dem Geheimen Oberbaurath *Funk* in seinen Beiträgen zur allgemeinen Wasserbaukunst beschriebenen und beim Nivellement der Weser auf etwa 20 000 Ruthen Länge angewandten Methode *aus der Mitte der Station rückwärts* und *vorwärts* nivellirt. Denn dann heben sich jene Abweichungen zu beiden Seiten auf; so wie alle Deviationen und kleinen Fehler des Instruments, wenn sie nur nach beiden Seiten gleichförmig sind, und man kann sogar mit einem unberichtigten

Instrumente nivelliren, wenn man nur den Fehler des Instruments kennt; was jedoch keinesweges empfohlen werden soll.

Da hier das Instrument nur auf eine Visirweite von 50 Ruthen für das Auge des Nivelleurs mit Sicherheit brauchbar war, und also beim *Vorwärts*-Nivelliren aus einer Station nur immer 50 R. nivellirt worden wären, statt dafs man beim Nivelliren aus der Mitte rück- und vorwärts visiren konnte und also die Zeit zur Aufstellung des Instruments in jeder Station einmal sparte, worüber, so wie über die Horizontalstellung desselben jedesmal wohl 10 Minuten hingehen: so wurde aus allen diesen Gründen, um Zeit zu ersparen und Rechnungs-Irrthümer zu vermeiden, die Methode, *aus der Mitte rück- und vorwärts zu nivelliren, vorgezogen,* dabei aber das Instrument so oft es nöthig war und wöchentlich einige Male an stillstehendem Wasser geprüft und nach dem Befinden berichtigt, damit, wenn auch in der Zwischenzeit die Visir-Axe nicht ganz haarscharf mit der Libelle parallel gewesen wäre, der daraus entspringende kleine Fehler sich aufhöbe. Nach der von dem Verfasser angegebenen Vervollkommnung des Niveaus sind indefs alle Proben an stillstehendem Wasser u. s. w. unnöthig und es ist keine Unsicherheit wegen Instrumentenfehler zu besorgen, indem der Nivelleur die Richtigkeit des Instruments jeden Augenblick prüfen und ohne äufserer Mittel zu bedürfen, wie stillstehendes Wasser etc., die erforderlichen Correctionen machen kann; was besonders bei Nebenstationen, in denen nicht aus der Mitte beobachtet wird, von wesentlichem Werthe ist.

Da jedoch die *Pegel* und *der Wusserstand* hier nur von *einer* Station aus *vorwärts* observirt werden konnten, wobei ein etwaiger Instrumentenfehler Einflufs haben konnte, so wurde das Instrument öfter untersucht. Die Pegel standen indessen nur immer einige Ruthen vom Instrument entfernt, so dafs ein Instrumentenfehler nur unbedeutend wirken konnte. Die Correction wegen der Abweichung der scheinbaren von der wahren Horizontallinie und die Strahlenbrechung bei einer so kurzen Distanz zu berechnen, wäre Pedanterie gewesen, indem auf 30 Ruthen Entfernung für beide Correctionen nach den *Müller*schen Tabellen nur etwa $\frac{4}{10}$ Linien in Rechnung kommen und bei Visirlinien von 3, 5 bis 10 R. lang fast nichts sind. Deshalb sind denn auch diese Rechnungen, als ganz unnütz, unterblieben.

Bei diesem Nivellement ist weiter das rheinl. Maafs gebraucht worden. Die Tableaustangen waren in einzelne Werkfufse getheilt und zur bessern Marquirung gefärbt. Der Rest eines durch das Einvisiren an der Tableaustange

abgeschnittenen Fufses wurde mit einem Zollstocke vom Nivelleur an beiden Tableaustangen jedesmal selbst gemessen, um auf keine fremde Augen sich verlassen zu dürfen. Der Zollstock war einen rheinländischen Duodecimalfufs lang, aber in zehn Zolle und der Zoll in zehn Linien, also der Fufs überhaupt in 100 Theile getheilt. Dies gewährte ein weit sichereres Messen, als wenn die Tableaustange selbst in Zolle und Linien eingetheilt gewesen wäre; so wie eine bequemere Rechnung, als wenn man nach Duodecimalzollen und Linien oder nach $\frac{1}{4}$ und $\frac{1}{8}$ Zollen gerechnet hätte. Der rheinländische Werkfufs ist also zur Einheit angenommen, und statt z. B. 1 Fufs 3 Zoll, las man eben so leicht 1, 25 u. s. w. Die Decimalbrüche lassen sich leicht durch Multiplication mit 12 in Duodecimalmaafs verwandeln, oder auch in der den Resultatstabellen beigefügten Tafel aufschlagen.

Das *Visirbrett* oder *Tableau,* von etwa 10 Zoll im Quadrat, war mit weifs und roth, als den hellsten Farben, ins Kreuz gefärbt und hatte hinten eine kupferne Hülse, durch welche die Stange ging. Die untere Schärfe dieser Hülse schnitt gerade die vorn auf das Brett gezogene horizontale Visirlinie an der eingetheilten Stange ab. Ein kleiner hölzerner Zeiger, dessen untere Schärfe ein gleiches that, zeigte dabei an, wie hoch die Horizontallinie des Visirbretts über einem gewissen Fufse an der Stange stand. Dieser Zwischenraum wurde dann mit dem Zollstocke nach Zollen und Linien gemessen. In der kupfernen Hülse war hinten eine Schraube, um das Tableau nach jeder Beobachtung festzuschrauben, damit es sich nicht verschiebe. Das Tableau wurde mittels einer Schnur über zwei messingne Rollen an der Stange auf- und nieder-gezogen und, damit es keine Nebenbewegungen mache, war in der Hülse eine Feder, die es an die Stange leicht andrückte. Diese einfache Art von Tableau etc. ist als die zweckmäfsigste befunden worden; andere sind gewöhnlich viel zu künstlich.

Es wurden zwei solcher Tableaus gebraucht, weil auf jedem Pfahlkopf jedesmal zwei Beobachtungen gemacht wurden. Der Tableauführer hatte die strenge Vorschrift, das zweite zum Controlliren aufgesetzte Tableau so oft wieder aufzusetzen, und darnach zu visiren, bis diese Beobachtung mit denen am ersten Tableau entweder genau übereinstimmte, oder nur um eine, *höchstens* zwei Linien davon abwich. Aus den beiden beobachteten Zahlen wurde dann das Mittel genommen. Vermittels dieser Controlle und doppelten Beobachtung wurde also das Nivellement eigentlich zweimal gemacht, und es hätte ein nicht wahrscheinlicher Zufall sein müssen, dafs man sich an zwei verschiedenen Stangen versahe, da erst der Tableauführer mit seinem Zollstocke die visirte Höhe maafs

und dem Nivelleur angab, und alsdann der Nivelleur selbst mit seinem Zollstocke an beiden Stangen nachmaafs; was daher eigentlich eine vierfache Controlle war.

Nun erst wurden die beobachteten Zahlen in das Journal eingetragen. Zur Vermeidung möglicher Fehler pflegt man gewöhnlich ein Nivellement doppelt, nemlich herauf- und herunterwärts zu machen. Bei obiger Methode, welche ebenfalls ein doppeltes Nivellement gab, wurde Zeit gewonnen, indem man die doppelte Aufstellung des Instruments und die Reisen ersparte. Bei der beschränkten Zeit hat man sie wählen müssen, und sie hat sich bewährt gefunden.

Die Beobachtung des Wasserstandes in jeder Station geschah ebenfalls doppelt. Zuerst wurde das Tableau auf den Pegelkopf gestellt, beobachtet und die Zahl im Journale notirt. Dann wurde die Höhe des Pegelkopfes über dem Wasser bis auf einzelne Linien genau gemessen. Diese Zahl wurde unter die vorige gesetzt und beide wurden addirt. Dann wurde das Tableau auf einen mit dem Wasserspiegel in den Pegel gleich eingeschlagenen Nagel gesetzt und beobachtet. Die ganze Höhe mufste der vorigen Summe gleich sein: war sie es nicht, so wurde die Operation wiederholt, sobald die Abweichung gröfser als eine Linie war.

Die bei dem Nivellement beobachteten und angemerkten Gegenstände waren folgende:

a. Die Terrainpuncte bei den beiden Tableaus rück- und vorwärts; so wie beim Instrument;

b. Der Pegelkopf und die Höhe desselben über dem Wasser:

c. Die Wassertafel;

d. Die Beschaffenheit der Ufer, Tag und Datum, Wetter und sonstige Bemerkungen.

Demgemäfs war das *Feld*journal folgendermaafsen eingerichtet:

I. No. der Stationen.	II. Erdtafel rückwärts.	III. Instrumentenhöhe.	IV. Pegelkopf.	V. Wassertafel.	VI. Erdtafel vorwärts.	VII. Bemerkungen.
101.			*No. 100.*			Fortgesetzt von der Bollinger Fähre am 16. Sept. 1817. Wetter regnig; starker Nordostwind. Unterm Zelte nivellirt. Wasserstand unter dem Pegel No. 99. = 2,12; begrüntes abbrüchiges sandiges Ufer und Weide neben Dersum.
100 — 101	5,18 5,19	4,43	7,98 ▽ = 2,90 10,88	10,89	4,46 4,45	
102.			*No. 101.*			Bis Terrainpfahl 102. fortwährend begrüntes abbrüchiges Ufer und Dersumer Weide u. s. w.
101 — 102	4,56 4,56	4,52	7,30 ▽ = 3,47 10,77	10,78	4,13 4,14	

Die Spalte I. enthält die Nummern der Stationen und der Terrainpfähle, welche *stets* 100 Ruthen von einander entfernt waren; weshalb denn auch die Entfernung nicht angegeben, sondern die nemliche im ganzen Nivellement ist.

Die Spalte II. enthält die beiden Beobachtungen auf der Erdtafel rückwärts, welches jedesmal die erste Observation in der Station war. In dem ersten Beispiel Stat. 101. wichen die beiden Beobachtungen um *eine* Linie von einander ab; im zweiten Beispiel waren sie gleich.

Die Spalte III. enthält die *Instrumentenhöhe* vom Pfahlkopfe bis an die Visir-Axe, welche zwar jedesmal zweimal gemessen, aber nur einmal in das Journal eingetragen wurde, weil diese Beobachtung auf die Berechnung des ganzen Nivellement keinen Einflufs hatte, sondern nur zur Bestimmung des Terrains an den verschiedenen Puncten diente. Ein etwaiger Fehler blieb an der Stelle selbst, und ohne ferneren Einflufs auf das Resultat der Beobachtungen.

Die Spalte IV. enthält zuerst die Nummer des Pegelkopfes und dann die Zahl der Beobachtungen für den Pegelkopf selbst; hier . . . 7,98 Fufs.
Darunter steht, mit einem Wasserzeichen ▽ bemerkt, die damalige Höhe des Pegelkopfs über dem Wasser . . . . . 2,90 –
Giebt zusammen 10,88 Fufs.

Die Spalte V. enthält die beobachtete Höhe des Tableaus, welches auf dem Pegel stand, für den Wasserspiegel oder die sogenannte Wassertafel, hier . . . . . 10,89 –
Weicht von obigem nur um . . . . . 0,01 Fufs
ab. In der Station No. 102. sind beide Beobachtungen gleich, nemlich 10,77 Fufs.

Die Spalte VI. enthält die Beobachtung auf dem Terrainpfahl vorwärts: nemlich die Erdtafel vorwärts, wo die oberste Zahl 4,46 die erste Beobachtung und die zweite 4,45 darunter die Controlle dazu ist.

Die Spalte VII. ist zu Anmerkungen bestimmt. Sie giebt Tag und Datum an, die Witterung und den Wasserstand an dem Pegel, bei welchem der Anfang gemacht und der mit dem Wasserstande des vorigen Tages verglichen wurde, um zu wissen, wieviel in der Strecke das Wasser gesunken oder gestiegen sei, und um das Nivellement beiläufig darnach zu controlliren. Ferner findet sich darin die Beschreibung des *linken* Ufers von 100 zu 100 R. und, wenn es sich schneller änderte, von 50 zu 50 Ruthen. Die Beschreibung des *rechten* Ems-Ufers ist bei der Aufnahme des Normalwasserstandes am 20. October und an den folgenden Tagen gemacht.

Alle Beobachtungen wurden gleich auf dem Felde, nach der Ordnung

wie sie gemacht wurden, in die Spalten des Journals eingetragen. Da man sich dort nicht leicht in den Spalten irrt und keine offen läfst, was, wenn es auch nur bei *einem* Terrainpfahle geschähe, das ganze Nivellement zerreifsen würde, so konnte man sich nicht leicht irren, sondern bei einiger Aufmerksamkeit und Genauigkeit mit Vertrauen weiter arbeiten, ohne *im Felde zu rechnen;* welches so äufserst lästig und unsicher ist.

Diese Beschreibung des Verfahrens zeigt nun, dafs man zwar durch unvermeidliche Instrumentenfehler bei einer Station wohl um *eine Linie* irren konnte: gewöhnlich heben sich aber die Fehler rück- und vorwärts, oder in der folgenden Station, bei der Berechnung auf. Die Fehler sind um so unbedeutender, da sie sie sich nicht häufen, noch fortpflanzen. Wer je viel practisch nivellirt hat und Instrumente kennt, wird nicht behaupten, dafs er noch genauer und allenfalls *theoretisch-genau* zu *nivelliren* im Stande sei. Besser aber ist es, die möglichen Fehler mit Gründen anzugeben, als in Kleinigkeiten sich für unfehlbar zu halten.

Die theoretisch-absolute Genauigkeit können practische Ausführungen nicht vollkommen erreichen, aber sie können sich ihr in dem Maafse nähern, wie die Mittel dazu verbessert werden; wobei denn die Vervollkommnung der zur Zeit dieses Nivellements noch mangelhaften Instrumente und deren geschickte Behandlung eine wesentliche Hauptsache ist.

Am Schlusse dieses Paragraphen können wir einer Nivellirmethode nicht unerwähnt lassen, welche, wenngleich im vorliegenden Falle nicht angewendet, auch vielleicht noch in keiner Lehrschrift über das Wasserwägen beschrieben, doch in *der Unfehlbarkeit der Selbstcontrolle des Nivelleurs die andern bisher bekannten Verfahren übertrifft.*

Diese Methode giebt ohne umständliche Rechnung in jeder Station das Steigen oder Fallen des Terrains und des Wasserspiegels des Stroms an, und zwar auf eine so zuverlässige Weise, dafs man *auf der Stelle die Überzeugung erlangen kann, ob ein Versehen in der Beobachtung und dem Notiren der Zahlen im Feldbuche vorgefallen sei, oder nicht.* Die Sicherheit ist auch deshalb weit gröfser, als wenn einer oder mehre Nivelleurs sich gegenseitig controlliren, weil jeder einzelne Operateur bei der bisher üblichen Art des Nivellirens fehlen kann, wogegen hier jedes Versehen in jeder Station sich, wie folgt, selbst entdeckt und sich berichtigen läfst.

Es fliefse der Strom AB (Taf. III. Fig. 1.) von A nach B. Die am Ufer ausgepfählte Terrainlinie a, b, c sei ein Theil der zu nivellirenden

Linie und 1, 2, 3 seien die in den Strom geschlagenen Pegelpfähle für die correspondirenden Höhen des Wasserspiegels; wobei die Distanzen $a1$, ab, $b2$, $b3$, bc, $c3$ etc. der Beschaffenheit des zu gebrauchenden Instruments zum scharfen Sehen angemessen sind. 3. 4. 5. 6. bezeichnen den Stromstrich.

Vorausgesetzt nun, das Nivellement geschehe wie oben beschrieben, so mufs man, wenn nach der an der Ems beobachteten Methode vom Instrumentenpfahle aus nur immer einer und zwar der zunächst dabei stehende Pegel beobachtet wird, erst eine weitläuftige Rechnung machen, um das Gefälle, z. B. vom Pegel No. 2. bis nach No. 1., zu erfahren. Wenn man nemlich von *a* nach *b* das Terrain nivellirt und bei *a* und *b* den Wasserstand an den Pegeln 1. und 2. beobachtet hat, so mufs erst das Steigen oder Fallen der beiden Terrainpuncte *a* und *b*, und dann berechnet werden, um wieviel der Wasserspiegel bei dem Pegel No. 1. unter dem Terrainpfahle *a*, und der Wasserspiegel beim Pegel No. 2. unter dem Terrainpfahle *b*, liegt, um dann aus der Vergleichung dieser beiden Resultate den Fall des Wassers vom Pegel No. 2. bis No. 1. zu finden. Diese Ausmittlung ist, zumal im Felde, weitläuftig und störend und Fehlern im Rechnen unterworfen.

Um dieses zu vermeiden, braucht man nur immer

Drei Pegel von einem und demselben Terrainpfahle aus zu beobachten, nämlich:

Erstlich, den Pegel der vorigen Station;

Zweitens, den Pegel der Station, in welcher man steht, und

Drittens, den Pegel der folgenden Station; und zwar unter einerlei Instrumentenhöhe.

Diese Beobachtungen geben dann das in dem Augenblick der Beobachtung Statt findende Gefälle zwischen *drei* Pegeln. Hätte man z. B. das Instrument in *b* aufgestellt, visirte rückwärts nach dem Pegel No. 1. beim Stationspfahle *a*, und fände für die Tableauhöhe des Wasserspiegels beim Pegel No. 1. . . . . 10,52 Fufs,

desgleichen, von *b* aus visirt. für die Tableauhöhe beim Pegel No. 2. 10,31 –

so betrüge der Fall vom Pegel 2. nach 1. . . . . 0.21 Fufs.

Fände man ferner für die Tableauhöhe des Pegels No. 3., abwärts von *b* aus visirt. . . . . 10,05 Fufs,

so gäbe dieses, abgezogen von der Tableauhöhe des Pegels No. 2., nemlich von . . . . . 10,31 –

für den Fall des Wassers vom Pegel No. 3. bis No. 2. . . . 0,26 Fufs.

Dagegen von der Tableauhöhe bei No. 1.	10,52 Fufs
die letztere Tableauhöhe von No. 3., nemlich	10,05 –
abgezogen, giebt an Fall vom Pegel No. 3. bis No. 1. im Ganzen	0,47 Fufs;
welches der Summe beider Partialgefälle von No. 2. bis 1. . .	0,21 Fufs
und – – 3. – 2. . .	0,26 –
gleich ist, nemlich gleich	0,47 Fufs.

Diese kleine Berechnung kann dann den Nivelleur *auf der Stelle* davon überzeugen, dafs er keinen bedeutenden oder schädlichen Fehler gemacht habe, indem er ein der Beschaffenheit des Flusses angemessenes Gefälle gleich durch Rechnung und *in natura* vor Augen sieht. Und da nun ferner von zwei andern Stationspfählen aus, wie z. B. von *a* und *c*, nach dem Pegel No. 2. visirt, derselbe und jede andere Pegel auf gleiche Weise, *also dreimal beobachtet wird*, so dienen diese Beobachtungen auch weiter bei der häuslichen Berechnung zur sichern Controlle.

Auf ganz ähnliche Weise wird bei dem Nivelliren der Terrainpfähle verfahren. Hat man zum Beispiel von *b* aus die Tableauhöhen rückwärts vom Pfahle *a* und vorwärts von *c*, so wie die Instrumentenhöhe *b* gemessen, so wird das Niveau nicht, wie gewöhnlich, in der *Mitte* der nächsten Station bei *d*, sondern am *Ende c* der zuletzt beoachteten Station *abc* aufgestellt (was ohnehin zum Nivelliren der Wasserpegel nöthig ist) und es wird von *c* rückwärts nach *b* und vorwärts nach *d* visirt; was sich dann in allen Stationen auf gleiche Art wiederholt; so dafs jeder Pfahl *rückwärts, beim Instrumente,* und *vorwärts,* also *dreimal* beobachtet und mithin das Resultat vollständig und weit besser controllirt wird, als wenn das Nivellement zweimal oder von zwei verschiedenen Nivelleurs doppelt gemacht und jeder Pfahl *nur zweimal* beobachtet würde.

Bei dieser so äufserst sichern Methode, wenn nur die Distanzen der Sehweite des Niveau-Fernrohrs von 25 oder 50 Ruthen angemessen und nicht gröfser sind, hat man nun folgende Messungen in jeder Station zu machen. Es sei das Instrument in *b* aufgestellt, so wird:

1) nach dem Terrainpfahl *a* rückwärts visirt,
2) der Pegel No. 1. wird rückwärts observirt.
3) Alsdann wird die Instrumentenhöhe über dem Terrainpfahle gemessen.
4) Von *b* aus wird der Wasserstand am Nebenpegel No. 2. beobachtet.
5) Von *b* nach *c* wird das Terraintableau in *c* observirt, und endlich wird
6) von *b* vorwärts der Pegel No. 3. beobachtet.

In derselben Reihe, wie die Beobachtungen gemacht werden, folgen sich dann auch die Spalten im Feldbuche zum Eintragen der gefundenen Höhenzahlen. So wird das Nivellement in jeder Station um 25 oder 50 Ruthen fortgesetzt.

Die Vortheile der ***Triangulir-Methode*** eines solchen ***Controllir-Nivellements*** sind folgende.

Erstlich hat man ein dreifaches Nivellement des Wasserspiegels, so wie des Terrains, und kann also nicht irren. Aus kleinen Differenzen nimmt man das arithmetische Mittel.

Zweitens ist das Nivellement des Wasserspiegels als gänzlich unabhängig von dem des Terrains zu betrachten und kann für sich allein vom Lande aus gemacht werden, wenn etwa ein Nivellement des Terrains nicht verlangt wird.

Drittens. In Verbindung mit einander können sich dagegen beide Nivellements auf das vollständigste controlliren, während auch wiederum das Nivellement des Terrains, für sich allein ausgeführt, ebenfalls keiner Controlle durch Wiederholung bedarf und, obgleich die Höhenpuncte *dreimal* beobachtet werden, doch eher weniger als mehr Kosten- und Zeit-Aufwand erfordert, als eine *zweifache* Beobachtung durch ein Doppel-Nivellement eines oder zweier Operateure, indem das zweifache Auf- und Horizontalstellen des Instruments die meiste und bei weitem mehr Zeit erfordert, als die Beobachtungen selbst.

Viertens. Die Berechnung macht jeden Rechnungsfehler unmöglich, und etwa eingeschlichene Irrthümer der Beobachtung, oder beim Eintragen der Zahlen in das Feldbuch, zeigen sich in jeder Station und sind leicht zu berichtigen.

Fünftens. Die Nivellirmethode aus der Mitte hebt alle Fehler wegen des Unterschiedes der scheinbaren von der wahren Horizontale, wegen Stralenbrechung und Erdkrümmung, so wie auch die gleichförmigen Instrumentenfehler auf.

Sechstens. Beim Nivelliren der Pegelpfähle des Wasserspiegels aus der Station wird jeder Pegel zweimal aus der Ferne, rückwärts und vorwärts, und einmal in der Nähe beobachtet. ***Ist das Instrument ganz berichtigt,*** so sind die etwaigen kleinen Differenzen, wegen der Abweichung der scheinbaren von der wahren Horizontale nach den darüber vorhandenen berechneten Ta-

hellen *) leicht zu heben, während gleichzeitig an gröfsern Unterschieden die Unrichtigkeit des Instruments erkennbar ist.

Siebentens. Es lassen sich solche Abweichungen und Instrumentenfehler beim Nivelliren des Terrains aus der Mitte der Stationen für gleiche Distanzen schärfer beobachten; und diese Differenzen müssen sich immer gleich bleiben, indem jeder Erdpfahl zweimal in gleichen Entfernungen vom Instrumente mittels der Höhe des Tableaus und einmal die Instrumentenhöhe über demselben (am richtigsten bei der kleinen Visir-Öffnung des Ocularglases) beobachtet wird. Finden Differenzen zwischen den Tableau- und den Instrumentenhöhen über einem und demselben Terrainpfahle Statt, so fallen sie, nach Abzug der bekannten Abweichung der scheinbaren von der wahren Horizontallinie, der Unrichtigkeit der Visir-Axe des Instrumentes zur Last, welches danach regulirt und ajustirt werden mufs.

Da auf solche Weise keine Beobachtungs-, Instrumenten- und Rechnungsfehler möglich sind, welche nicht sofort entdeckt werden könnten, so ist diese Methode beinahe untrüglich, und spart zugleich Zeit und Kosten, da sie ein doppeltes Nivellement entbehrlich macht.

§. 3.

Eine jedesmalige Berechnung des Steigens und Fallens auf dem Felde während des Nivellirens würde nur zu Irrthümern führen; weshalb denn diese Berechnung zu Hause geschehen und in ein besonderes Journal eingetragen wurde.

Da das Nivellement, aufser dem Normal- oder Nullwasserstande, um die Wiederholung auf eine so lange Strecke von 43 150 Ruthen, etwa 22 Meilen, zu sparen, mit einemmale alles Übrige geben mufste, so war eine eben so genaue Controlle bei der Rechnung nöthig, wie bei den doppelten Beobachtungen. Daher mufste die Berechnung des Steigens und Fallens, sowohl des Terrains, als des Wasserspiegels, auf eine mehrfach sich controllirende Weise geschehen, damit am Ende jeder Seite etwaige Rechnungsfehler sich nothwendig finden mufsten und nicht fortpflanzten.

---

*) Man sehe:
G. C. Müller. Practische Abhandlung vom Nivelliren. Göttingen 1799.
J. L. Hogrewe. Practische Anweisung zum Nivelliren. Hannover 1800.
D. Gilly. Practische Anleitung zur Anwendung des Nivellirens. Berlin 1804. U. a. m.

Zum genauen Auftragen des Nivellementsprofils sowohl, als auch um das Gefälle für jede beliebige zwei Puncte im ganzen Nivellement, ohne viele Rechnung durch blofse Subtraction zweier Perpendikel finden zu können, legte man eine Horizontallinie, die für das ganze Nivellement unveränderlich war, *über* das Nivellementsprofil, von welcher aus dann alle Perpendikel herunterwärts, für das Terrain von 50 zu 50 R., und für den Wasserspiegel, so wie für das Grundbette, von 100 zu 100 R. gezogen und auf welcher die Distanzen für die Perpendikel, also Abcissen und Ordinaten, abgesteckt und deren Länge daran bemerkt wurden.

Diese willkürlich angenommene unveränderliche Normal-Horizontale hat für jede Station einen wechselnden Abstand von der künstlichen Horizontale oder der Visir-Axe des Instruments. ***Der jedesmalige Abstand der künstlichen von der willkürlich angenommenen unveränderlichen Normalhorizontallinie heifst die Normalzahl, welche für jede Station von 100 Ruthen berechnet wurde.***

Da nach den Umständen nicht von unten nach oben hinauf zu nivelliren war und es überhaupt, um negative Gröfsen zu vermeiden, am zweckmäfsigsten war, die Normalhorizontale *über* statt *unter* das Längenprofil zu legen, ältere Nivellements aber das Gefälle der Emsgegend von Maxhafen bis Rhede an der ostfriesischen Grenze etwa auf 128 Fufs angaben, wobei noch anzunehmen war, dafs 20 und einige Fufs hohe Ufer und Hügel in die Nivellementslinie fallen würden: so wurde die Normalhorizontale ***150 Fufs*** über dem Terrain-Nullpuncte zu Halte, nemlich über dem hölzernen Oberbelag des Halter Siels am Wassermarqueur angenommen, indem kein gröfseres, *wohl* aber ein kleineres Gefälle von der Hannöverisch-Preufsischen Grenze hinter Salzbergen bis Halte zu erwarten war.

Folgende Figur wird nun Alles im Allgemeinen erläutern.

Es stelle ***AB*** (Taf. III. Fig. 2. beim vorigen Heft) die Normalhorizontale vor, auf welche die Perpendikel sämmtlich reducirt sind, und die 150 Fufs hoch über dem Terrain-Nullpuncte *b* angenommen ist; so bedeutet $aO = cI$ den Abstand der Visir-Axe *ac* von der willkürlich angenommenen Normalhorizontale ***AB*** in der Station I. Also ist $aO = cI$ die Normalzahl der *ersten* Station.

Eben so ist $dI = em$ der Abstand oder die Normalzahl für die Station II. Um nun die Normalzahl für die erste Station, hier aO, zu finden, braucht man nur die erste, rückwärts beobachtete Tableauhöhe *ab* von der willkürlich angenommenen Höhe *Ob* der Normalhorizontale ***AB*** über dem Nullpuncte *b* ab-

zuziehen. Nemlich es ist die Normalzahl $aO = Oe - ab$. Auch ist $aO = cI$. Um die Normalzahl für die zweite Station $dI = me$ zu finden, darf man nur Folgendes berücksichtigen.

Es ist $dI = Ic + cn - dn$. Nun ist cI die Normalzahl der Station I., cn die Tableauhöhe ***vorwärts*** der Station I. und dn die Tableauhöhe ***rückwärts der Station*** II. Also findet man die Normalzahl für die folgende Station, wenn man zu der ***vorhergehenden*** Normalzahl die Höhe der Erdtafel ***vorwärts*** der ***vorhergehenden*** Station ***addirt*** und von der Summe die ***der Station*** zugehörige Erdtafelhöhe ***rückwärts*** abzieht.

Wenn nun ac und de die Visir-Axen und gh, ik die Instrumentenhöhen, $bhnk$ die Terrain-Oberfläche, $opqr$ den Wasserspiegel, $uvwx$ das Flufsbette bedeuten; so ist klar, dafs alle diese Linien und deren Puncte ***unterhalb der Visir-Axe des Instruments*** in jeder Station liegen. Und da nun die für jede Station berechneten Normalzahlen ***den Abstand der Visir-Axe von der willkürlich angenommenen Horizontale AB*** angeben, so braucht man ***nur alle andern beobachteten Höhen zu der Normalzahl der ihnen zugehörigen Station zu addiren,*** um das Perpendikel oder den Abstand von der Horizontale ***AB*** zu finden.

Es seien sv, tw zwei eingeschlagene Pegelpfähle, pq der daran mit einem Nagel markirte Wasserstand, und sp, tq die Pegelköpfe über dem Wasser: man sucht:

1) Das Perpendikel für das Terrain Ob;
2) Das Perpendikel für das Terrain beim Instrument gh;
3) Das Perpendikel für den Pegelkopf ps;
4) Das Perpendikel für den Wasserspiegel yp.
5) Die Normalzahl $aO = Ic$ für die Station I. sei $= N$ für die Station II. $= n''$. Die Instrumente seien mit g und i bezeichnet;
6) Ob sei die willkürlich angenommene Erhöhung der ***Normalhorizontale AB*** über dem Anfangs- oder Nullpuncte b des Terrains.

Alsdann ist:

Für 1. das Perpendikel Ob durch die willkürliche Annahme bestimmt: beim Nivellement der Ems auf 150 Fufs.

Für 2. $yh = N + gh$.

Für 3. $ys = N + gs$.

Für 4. $yp = N + gs + sp$ oder $= N + gp$, wenn das Tableau auf den mit dem Wasserspiegel gleich eingeschlagenen Nagel gesetzt wird.

Für die Station II. ist:

1) Das Terrainperpendikel No. 1. oder $In = N + cn$.
2) Die Normalzahl $n'' = Id = Ic + cn - dn$, also bekannt.
3) Das Instrumentenperpendikel $\varkappa k$ ist $= n'' + ik$, gleich der Instrumentenhöhe.
4) Das Perpendikel für den Pegelkopf $\varkappa t$ ist $= n'' + it$, wenn it die auf dem Pegelkopf beobachtete Tableauhöhe bedeutet.
5) Das Perpendikel $\varkappa q$ für den Wasserspiegel, wenn tq die gemessene Höhe des Pegelkopfs über dem Wasser bedeutet, ist $\varkappa q = n' + it + tq$ *oder* $\varkappa q = n'' + iq$, wenn iq die Tableau- mithin auch die Visir-Axenhöhe über dem Wasser ist.
6) Das Terrainperpendikel mf ist $= n'' + ef$, wenn ef die Tableauhöhe über diesem Terrainpuncte bedeutet.

Da aber die Tableauhöhen vorwärts cn und ef bei der Berechnung der Normalzahlen jeder Station mit in Rechnung kommen, so ergeben sie sich von selbst und brauchen nicht besonders berechnet zu werden.

Hieraus geht hervor, dafs man das Gefälle zweier Puncte sogleich durch Subtraction der ihnen zukommenden Perpendikel finden kann, weil sie sämmtlich auf eine und dieselbe Horizontale reducirt sind. Um z. B. zu wissen, wie tief der Wasserspiegel bei q in der Station II. unter dem Terrainpuncte h in der Station I. liegt, braucht man nur vom Perpendikel $\varkappa q$ das Perpendikel yh abzuziehen, so giebt die Differenz $= \varkappa q - yh$ denjenigen Punct, welchem das längere Perpendikel angehört, und der immer niedriger liegt als der, zu welchem das kürzere gehört.

Ähnlich verfährt man, wenn man die Horizontale *unter* das Längenprofil legt; wie es wohl bei Bergprofilen und blofsen Terrainnivellements geschieht. Zur Berechnung der Normalzahlen mufs man aber dann die Erdtafelhöhe *vorwärts* der vorhergehenden Station von der vorhergehenden Normalzahl *subtrahiren*, statt sie zu addiren, und zu der Differenz die der Station zugehörende Erdtafelhöhe vorwärts *addiren*, statt sie zu subtrahiren.

In etc. *Gilly's* Abhandlung vom Nivelliren ist die obere Horizontale stufenförmig abgesetzt; was bei weitem nicht so bequem als eine durchgehende Horizontale ist und zu Versehen im Zeichnen Anlafs giebt.

Die willkürliche Horizontale AB wurde, wie gesagt, hier 150 Fufs hoch über dem Nullpunct des Terrains zu Halte, dem Oberlag des Halter Siels, angenommen. Zufällig traf es sich, dafs die Visirlinie rückwärts gerade auf diesen Oberbelag einschnitt, so dafs die Erdtafel rückwärts $= 0.00$ war. Zu-

gleich konnte man wegen der Häuser nur 36 R. vorwärts sehen. Man mufste sich also in der Mitte bei 18 R. aufstellen, statt dafs es sonst bei 50 R. geschehen wäre. Auf diese Art wurden für die erste Station von 100 R. zwei Normalzahlen, nemlich von 0 bis 36 R. und von hier bis 100 R. nöthig.

Der Anfang der Berechnung für die Normalzahlen ist also folgender:

a.	Willkürlich angenommene Zahl für den Terrain-Nullpunct		150,00
b.	Dazu, der Regel zufolge, die Erdtafelhöhe vorwärts der vorhergehenden Station addirt, die nicht existirt	+	0,00
	Summa		150.00
c.	Hievon abgezogen die Höhe der Erdtafel rückwärts über dem Nullpunct, mit welchem sie in einer Horizontal-Ebene lag, also	—	0,00
d.	Giebt für die Normalzahl von 0 bis 36 R.		150,00
e.	Dazu addirt die Höhe der Erdtafel vorwärts auf dem Terrainpunct bei 36 R.	+	7,98
f.	Giebt für das Terrainperpendikel auf 36 R.		157,98
g.	Hiervon ab die Höhe der Erdtafel rückwärts auf vorigem Punct in der Station von 36 R. bis zum Hundertruthenpfahl	—	7,69
h.	Giebt die Normalzahl zwischen 36 und 100 R.		150,29
i.	Hiezu die Höhe der Erdtafel vorwärts auf dem Terrainpfahl No. 1. in der Station von 36 bis 100 R.	+	1,23
k.	Giebt für das Perpendikel des Terrainpfahls No. I. . . .		151,52
l.	Hiervon ab die Höhe der Erdtafel rückwärts in Station II.	—	5,19
m.	Giebt für die Normalzahl der Station II.		146,33
n.	Hierzu die Höhe der Erdtafel vorwärts in Station II. auf dem Terrainpfahl No. II.	+	5.16
o.	Giebt das Perpendikel für den Terrainpfahl No. II. . . .		151,49.

Und so geht die Berechnung für die Normalzahlen und Perpendikel der übrigen Stationen fort. Sobald sie sämmtlich durchgerechnet sind, kann man die Perpendikel für den Wasserstand und das Grundbette etc. berechnen, nachdem die dazu nöthigen Beobachtungen gemacht sind; wozu denn gehört, dafs der an einem und demselben Tage zu bestimmende Normalwasserstand an den Pegeln mittels Nägeln bemerkt und notirt und das Längenprofil genommen wird; wobei auch die Tiefe des Wasserspiegels unter den Pegelköpfen in jeder Station genau angeschrieben wird, indem die Pegelköpfe feste Puncte sind, die durch das Nivellement an die Terrainlinie festgelegt werden.

§. 4.

Zur kurzen Übersicht wollen wir ein Schema von dem Berechnungsjournale hierher setzen und ein Beispiel aus dem vorliegenden Nivellement darin anführen.

Schema zum Rechnungs-Journale vom Nivellement

Nummer der Perpendikel und Normalzahlen für die Stationen.	Normalzahlen und Terrain-Perpendikel. Fufs.	Perpendikel für das Terrain beim Instrument. Fufs.	Perpendikel für die Pegelköpfe. Fufs.	Beobachteter Normalwasserst. vom 26. October unter dem Pegelkopfe. Fufs.
Perpend. 124	= 145,94	Normalzahl 125 = 140,22	*Pegel 124.*	*Pegel 124.*
Erdtafel rückw. 125	ab —5,72	Instrumentenhöhe 4,45	Normalzahl 125 = 140,22	1,75
Normalzahl 125	= 140,22	Perpend. 125 = 144,67	Tableau 10,13	Zur Reduction
Erdtafel vorw. 125	zu + 4,76	———	Perp. Pegel 124 = 150,35	auf den Null-
Perpend. 125	= 144,98	Normalzahl 126 = 138,41	Wasserstand vom	wasserstand
Erdtafel rückw. 126	ab —6,57	Instrumentenhöhe 4,39	26. October . . = 1,75	sind für jeden
Normalzahl 126	= 138,41	Perpend. 126 = 142,80	152,10	Wasserperpen-
Erdtafel vorw. 126	zu + 0,63	———	Dazu über 0 0,25	dikel 0,25 ad-
Perpend. 126	= 139,04	Normalzahl 127 = 134,45	Pegel . . . . . = 152,35	dirt, die das
Erdtafel rückw. 127	ab — 4,59	Instrumentenhöhe 4,38	———	Wasser über
Normalzahl 127	134,45	Perpend. 127 = 138,83	*Pegel 125.*	0 stand.
Erdtafel vorw. 127	zu + 13,54		Normalzahl 126 = 138,41	———
Perpend. 127	= 147,90		Tableau 9,43	*Pegel 125.*
	u. s. w.		Pegelkopf 147,84	4,13.
			▽ vom 26. Oct.	
			unter dem Pegelkopf = 4,13	
			151,97	
			Dazu über Null 0,25	
			152,22	
			u. s. w.	

der Ems, zur Aufstellung der Resultatstabellen.

Perpendikel für das Grundbette beim Pegel. Fufs.	Nummer der Stationen.	Beoabachtete Erdtafelhöhen rückwärts	Beoabachtete Erdtafelhöhen vorwärts.	Steigen des Terrains der ganzen Stationen von 100 R. Fufs.	Fallen des Terrains der ganzen Stationen von 100 R. Fufs.
		Bis hierher 542,22	538,16	77,90	73,84
	125	5,72	4,76	0,96	- -
	126	6,57	0,63	5,94	- -
	127	4,59	13,45	- -	8,86
	Erdtafel rückwärts Summe	559,10	Summe 557,00	Summe 84,80	Summe 82,70
	ab Erdtafel vorwärts . . .	557,00		ab Fallen 82,70	
	Ist Steigen =	2,10		bleibt Steigen 2,10	

Probe. Das Perpendikel für den Nullpunct des Terrains ist 150,00
Das Perpendikel für den Terrainpunct 127 ist . . 147,90
Mithin Steigen von 0 bis 147 . . . 2,10

Da nun die von 0 bis 127 addirten Erdtafelhöhen vorwärts . 557,00
rückwärts 559,10
also das Steigen 2,10
geben und das Partialgefälle und Steigen ebenfalls 2,10
giebt, und diese beiden Berechnungen *unabhängig* von der Berechnung des Perpendikels genau stimmen und sie controlliren, so kann kein Rechnungsfehler entstanden sein; was denn auch nicht geschehen ist, da am Ende jeder Seite, die auf diese Art summirt und probirt werden mufs, der Fehler sich entdecken würde.

Das Schema erklärt sich hinreichend durch seine Rubriken und Zahlen; weshalb ich weiter zur Beschreibung der aus diesen Berechnungen aufgestellten Resultatstabellen übergehen zu dürfen glaube.

Die Schemata der Resultatstabellen des Nivellements der Ems hatten folgende Spalten.

I. Nummer der Stationen und Terrainpfähle.
II. und III. Perpendikel für die Terrainpfähle des linken Ufers, und Perpendikel für das Terrain des rechten Ufers.
IV. und V. Steigen und Fallen des Terrains am linken Ufer von 50 zu 50 Ruthen.
VI. Nummer der Pegel.
VII. und VIII. Perpendikel und Fall des Wasserspiegels von 100 zu 100 R., auf den Lingener Nullpunct reducirt.
IX. Perpendikel für das Flufsbette von 100 zu 100 Ruthen.
X. Stromtiefen von 10 zu 10 Ruthen bei der niedrigsten Ebbe und dem Nullwasserstande.
XI. und XII. Beschaffenheit der Ufer von 100 zu 100 Ruthen.
XIII. Situation und Bemerkungen; Angabe der Gegend, des Locals und des hohen Wasserstandes etc.

Schema einer Resultatstabelle beim Nivellement der Ems.

Erste Station, von Halte bis Meppen.

Nivellirt in den Jahren 1817 und 1818.

Anmerkung Man vergleiche hiermit das vorige Schema zum Rechnungs-Journale für die Aufstellung der Resultatstabellen.

I. Nummer der Stationen und Terrainpfähle.	II. Perpendikel für die Terrainpfähle am linken Ufer. Fuſs.	III. Perpendikel für die Terrainhöhen in der Mitte der Station beim Instrument (Desgl. Perpendikel am rechten Ufer.) Fuſs.	IV. Steigen des Terrains von 50 zu 50 Ruthen am linken Ufer; desgleichen am rechten Ufer. Fuſs.	V. Fallen des Terrains von 50 zu 50 Ruthen am linken Ufer; desgleichen am rechten Ufer. Fuſs.	VI. Nummer der Pegel.	VII. Perpendikel für den Wasserspiegel von 100 zu 100 Ruthen. Fuſs.	VIII. Fall des Wasserspiegels von 100 zu 100 Ruthen, auf den Lingener Nullpunct reducirt. Fuſs.
Bis hierher							
124.							
123 nach 124	145,94	146,84	0,90	- -	123	152,43	0,04
		(145,19)					
125.							
124 — 125	144,98	144,67	- -	0,31	124	152,35	0,08
		(142,05)					
126.							
125 — 126	139,04	142,80	3,76	- -	125	152,22	0,13
		(144,60)					
	In der Mitte des Neben-Arms.						
127.							
126 — 127	147,90	138,83	- -	9,07	126	152,05	0,17
		(143,21)					
Bis hierher	577,86	573,14	4,66	9,38	. . .	. . .	0,42
ab	573,14	. . .	. . .	4,66			
Steigen	4,72	. . .	. . .	4,72			

IX. Perpendikel für das Flufsbette von 100 zu 100 Ruthen. Fufs.	X. Stromtiefen von 10 zu 10 Ruthen unter dem Nullwasserstande. Fufs.	XI. Beschaffenheit der Ufer von 100 zu 100 Ruthen. Linkes Ufer nebst Flufsbette.	XII. Rechtes Ufer	XIII. Situation und Bemerkungen.
167,43	15,00	Abgeflächtes grünes Sand-Ufer. Weidegrund.	Hohes, steiles, mit Weidenbusch stark bewachsenes Sand-Ufer und Acker: Behnen-Esch genannt.	Vom Pegel 124 nach 125, auf 55 R. lang, mündet der todte Neben-Arm aus, welcher sich hinter den Dünen herzieht und bei dem Pegel 127 einmündet. Das Bette ist kahl und Triebsand.
10	16,50			
10	14,25			
10	10,75			
10	13,00	Das Flufsbette ist Sand.		
10	11,75			
10	16,25			
10	18,00			
10	12,25			
10	21,25			
164,60	12,25	Hohes, steigendes, steiles, abgebrochenes Sand-Ufer.	Hohes, stark mit Weiden bepflanztes Ufer; Eichholz und Weide neben Harm-Husens Entenfang.	Der Pegel No. 125. liegt gegen Harm-Husens Entenfang.
10	10,75			
10	10,50			
10	9,75			
10	10,25			
10	9,30			
10	11,80			
10	15,80	Hohes, steil abgebrochenes Sand-Ufer; wie vorhin. Von 125 bis 126+50 R. zieht sich eine etwa 10 R. breite Dünenkette von 5 bis 8 F. Höhe entlang, wohinter ein todter Neben-Arm liegt. Bei 126+75 R. hören die Dünen auf, das Terrain fällt steil ab auf das Niveau des Neben-Arms, auf Perpendikel 147,90. Der Neben-Arm fängt hier an etc.	Hohes, abbrüchiges Ufer. Die ersten 50 R. mit Weidenbusch bepflanzt und mit Deckwerken geschützt, auch mit Eichen besetzt.	
10	17,80			
10	26,55			
179,22	27,00			
10	2,80			
10	4,30			
10	5,30			
10	5,80			
10	6,80			
10	8,80			
10	12,55			
10	13,80			
10	32,80			
180,85	28,80			

Anmerkung. Nach diesen Resultatstabellen sind die Längenprofile aufgetragen und gezeichnet.

Die erste Spalte spricht sich von selbst aus, und die Berechnung der andern Spalten ist oben beschrieben und erläutert.

Die Perpendikel für das rechte Ufer in Spalte 3 sind nach folgenden Datis aufgestellt. Da das rechte Ufer nicht zu nivelliren war, so wurde seine Höhe über dem jedesmaligen Wasserspiegel beim Messen der Querprofile mit einem Niveau so genau als möglich genommen. Diese Höhe ist demnächst auf den Normalwasserspiegel oder die Lingener Null reducirt, und danach sind die Perpendikel für das rechte Ufer von 100 zu 100 Ruthen berechnet.

Wir wollen dies durch ein Beispiel erläutern. In Station 71. beträgt bei dem Pegel No. 70. das Perpendikel für den Nullwasserstand . . . 159,09.
Die Höhe des rechten Ufers über dem Nullwasserstande, diesem Pegel gegenüber, ist . . . . . 4,45.
Abgezogen, bleibt Perpendikel für das rechte Ufer . . . . . 154,64.

Da in den Profilen die Uferhöhen über Wasser mit Zahlen angegeben sind und durch die Subtraction der Perpendikel das Steigen und Fallen des rechten Ufers leicht gefunden werden kann, so ist zur Ersparung von Zeit und Raum das Steigen und Fallen des rechten Ufers in den Resultatstabellen nicht angegeben. Die Zeichnung des rechten Ufers in dem Längenprofil des linken würde beides entstellt und undeutlich gemacht haben; deshalb ist sie unterblieben.

In der achten Spalte ist der Fall des Wasserspiegels von 100 zu 100 R. und in der siebenten Spalte sind die Perpendikel für diesen auf die Lingener Null reducirten Wasserspiegel in der nemlichen Art angegeben, wie die Terrainperpendikel in der zweiten und das Steigen und Fallen des Terrains in der vierten und fünften Spalte.

Aus dem Bisherigen geht hervor, dafs man, um das Gefälle zwischen zwei willkürlichen Puncten zu finden, nur die diesen Puncten zukommenden Perpendikel von einander abzuziehen braucht. Verlangt man z. B. den Fall des Wasserspiegels vom Pegel No. 179. bis zum Pegel No. 123., so ist von dem Perpendikel für den Pegel No. 123. . . . . 152,43 Fufs,
das Perpendikel für den Pegel No. 179. . . . . 144,12 -
abzuziehen, und dieses giebt an Fall . . . . . 8,31 Fufs.
Eben das kommt heraus, wenn man die in der achten Spalte partiell berechneten Gefälle von einander abzieht. Für den Pegel No. 179. ist nemlich am Ende der Seite der Fall bis zum Nullpunct zu Halte in der achten Spalte

aufsummirt zu . . . . . 20,68 Fufs.
Für den Pegel No. 123. ist am Ende der Seite in der achten Spalte der Fall aufsummirt zu . . . . . 12,37 –
Dies von obiger Zahl abgezogen, giebt an Fall vom Pegel 179. bis 123. 8,31 Fufs: wie oben. Die siebente und achte Spalte controlliren sich also gegenseitig. Will man z. B. aus der achten Spalte das Gefälle zwischen zwei Puncten wissen, die nicht am Anfang oder Ende einer Seite stehen, wo das Gefälle aufsummirt ist, so braucht man nur zu der Zahl am Anfange der Seite das Gefälle so weit hinzu zu addiren, als es nöthig ist, und dann wie eben gezeigt zu verfahren. Leichter aber ist die Subtraction der Perpendikel.

Mit dem *Terrain* verhält es sich eben so; imgleichen mit dem Grundbette. Es giebt im Terrain, Wasserspiegel und Grundbette keine nivellirten Puncte, deren Lage gegeneinander man nicht sofort durch eine einfache Subtraction finden könnte. Fafslicher und übersichtlicher können also ein anders eingerichtetes Nivellement und dessen Resultatstabelle nicht wohl sein, zumal sich die Resultate in den mit den gleichen Zahlen und Nummern beschriebenen, nach den Maafsen aufgetragenen Längen- und Querprofilen überall dem Auge beinahe der Natur gemäfs verwirklichen. Ich übergehe daher auch eine weitere Erläuterung der Tabellen; sie würde für den Sachkenner nur weitläuftig sein.

Der ganze Strom ist hier, aus natürlichen und hydraulischen Gründen, in folgende Normalstrecken eingetheilt worden.

I^te Normalstrecke vom Halter Siel bis zum Pegel No. 52. neben Harbrum, bis wohin bei gewöhnlichem niedrigem Sommerwasser noch Ebbe und Fluth bemerkbar ist.

II^te Normalstrecke von Pegel No. 52. bei Harbrum bis zum Pegel No. 243. unterhalb des Einflusses der Radde unweit Meppen.

III^te Normalstrecke vom Pegel No. 244. beim Einflufs der Radde am rechten Ufer der Ems bis zum Pegel No. 248. unterhalb der Hase.

IV^te Normalstrecke vom Pegel No. 249. vom Einflufs der Hase bis zum Pegel No. 256. unterhalb des Einflusses der Hopster Ahe.

Vte Normalstrecke vom Pegel No. 357. beim Einflufs der Hopster Ahe bis zur Hannöversch-Preufsischen Grenze bei dem Pegel No. 431.^{50}.

Aus den in den Resultatstabellen aufgestellten Berechnungen hat sich folgendes Gefälle für das Terrain, den Wasserspiegel und das Grundbette in diesen Normalstrecken, den Wasserspiegel auf den Nullpunct des Lingener Marqueurs reducirt, und *von der* Grenze stromabwärts gerechnet, ergeben.

Benennung der Normalstrecken und deren Länge.	Fall des Terrains am linken Ufer.	Fall des Terrains am rechten Ufer.	Fall des Wasserspiegels auf den Nullpunct von Lingen reducirt.	Durchschnittliches Gefälle des Wasserspiegels auf 100 R.	Fall des Strombettes für die Normalstrecken.
I^{ste} Normalstrecke vom Pegel Null bis zum Pegel No. 52.	Fall von Halte bis zum Pegel No. 52., also negativ 4,32	Fall von Halte bis zum Pegel No. 52., also negativ 0,64	Vom Pegel 52. bis 0 zu Halte 4,04	Auf 5200 R. Länge 0,077	Fall vom Pegel No. 52. bis Halter Null 23,32
II^{te} Normalstrecke vom Pegel No. 52. bis zum Pegel No. 243.	also positiv 29,51	Steigen vom Pegel No. 52. bis zum Pegel No. 243., also positiv 23,36	Fall vom Pegel 243. bis Pegel 52. stromab . . 26,18	 0,137	Fall vom Pegel No. 243. bis No. 52. 28,23
III^{te} Normalstrecke v. Pegel No. 243. bis zum Pegel No. 248.	Fall vom Pegel No. 243. bis No. 248., also negativ 0,29	Steigen vom Pegel No. 243. bis z. Pegel No. 248., also positiv 7,34	Vom Pegel 248. bis 243. Fall 0,74	Auf 500 R. Länge 0,148	Fall vom Pegel No. 248. bis No. 243., also positiv 1,29
IV^{te} Normalstrecke v. Pegel No. 248. bis zum Pegel No. 356.	Steigen vom Pegel No. 248. bis z. Pegel No. 356., also positiv 30,31	Steigen vom Pegel No. 248. bis z. Pegel No. 356., also positiv 27,71	Fall vom Pegel 356. bis zum Pegel 248.. 29,48	Auf 10800 R. Länge 0,273	Fall vom Pegel No. 356. bis No. 248. . . . 32,09
Vte Normalstrecke v. Pegel No. 356. bis zum Pegel No. 431. ^{50}	Steigen vom Pegel No. 356. bis No. 431. ^{50}, also positiv . . 21,20	Steigen vom Pegel No. 356. bis zum Pegel No. 430. ^{50}, also positiv . . . 28,62	Fall vom Pegel 431. ^{50} bis 356. 18,58	Auf 7550 R. Länge 0,246	Fall vom Pegel No. 431. ^{50} bis No. 356. . 17,76
Gesammtes Gefälle	−4,71 +81,02 = 76,31	−0,64 +87,03 = 86,39	79,02	Länge 43150°	102,60

Des Gefälle der Wasserstandsmesser oder der Nullpuncte der Marqueurs zu Salzbergen, Lingen, Meppen, Steinbild, Rhede und Halte ist folgendes:

1.	Vom Nullpuncte des Marqueurs zu Salzbergen bis auf den zum Nullpuncte des Marqueurs zu Lingen sind	19,62 F.
2.	Von Lingen bis Meppen desgleichen	23,10 -
3.	Von Meppen bis Steinbild desgleichen	18,66 -
4.	Von Steinbild bis Rhede desgleichen	9,80 -
5.	Von Rede bis Halte desgleichen	1,53 -
	Gesammtes Gefälle vom Nullpuncte des Salzberger Marqueurs bis zum Nullpuncte von Halte	72,76 F.

Da im October 1816 die Marqueurs zu Lingen, Meppen, Steinbild, Rhede und Halte nach der Vorschrift mit dem Nullwasserstande, als dem niedrigsten der Ems, möglichst genau correspondirend gelegt worden sind, so ergeben die in den beigefügten Wasserstandstabellen notirten Wasserstände, dafs der Strom nicht immer gleichförmig wächst und fällt, und dafs die höheren Wasserspiegel mit dem Nullwasserspiegel nicht parallel steigen und fallen, sondern anders auf den im Stau liegenden Strecken, als in den mit mehrerem Gefälle und mit Cascaden. Daraus geht hervor, dafs die Reduction von einem Wasserspiegel, der mehre Fufs über dem Nullwasserstande steht, auf diesen Nullwasserstand für alle Strecken kein genau richtiges Resultat geben kann.

Deshalb ist denn der daher rührende mögliche Fehler, bis zur Unschädlichkeit, dadurch verringert worden, dafs man am 26ten October 1817 den Normalwasserstand binnen wenigen Stunden auf der *ganzen Ems* an allen Pegeln mittels eingeschlagener Nägel schleunig fest bemerkte, zu einer Zeit als der Flufs im Beharrungsstande und nur ein Unbedeutendes, nemlich nur 3 Duod. Zoll oder 0,25 Fufs über der Lingener Null und gegen den Marqueur zu Meppen 0,10 Fufs stand.

Die Ursachen dieses ungleichen Steigens und Fallens des Wasserspiegels liegen in dem Einströmen des Hopster Ahe, des Hase-, des Raddeflusses u. s. w., welche sämmtlich mit Mühlen besetzt sind, die bald alle, bald theilweise, bald gar nicht im Gange sind; so wie auch die Mühlen zu Rheine; so dafs man also selten oder gar nicht, und nicht einmal zu jeder Tageszeit die Ems in ihrem natürlichen oder genauen Beharrungszustande findet und dieselbe gleichsam wie mit Ebbe und Fluth zu kämpfen hat. Dieser unnatürliche Zustand des Stroms hat bei den nivellitischen und hydrometrischen Operationen viele Schwierigkeiten gemacht, welche denn nach den Umständen und Mitteln so viel als möglich

auf die beschriebene Weise vermieden werden mufsten. Wenn nun gleichwohl diese Beobachtungen nicht ganz das Resultat derjenigen Formeln geben, die Herr ***Du Buat*** aus Versuchen abstrahirte, welche er in hölzernen Rinnen anstellte, so ist dies ein Beweis, dafs die Natur und Beschaffenheit eines fast 44 Tausend Ruthen langen Stroms sich nicht so in Formeln hineinzwängen läfst, wie etwa der Fufs eines chinesischen Frauenzimmers in einen bleiernen Schuh, der den Fufs zum Gehen untauglich macht. Wir haben die Fehlergrenzen der Operationen und ihre Gründe aufrichtig angegeben und daraus die Überzeugung gewonnen, dafs ***die genannten Untersuchungen zu ihrem Zweck hinlänglich genau und vollständig waren.***

Den hohen und höchsten Wasserstand hat man so vielfältig als möglich durch alte erfahrne Anwohner der Ems auszumitteln gesucht, berechnet und eingezeichnet. Einige dieser Angaben fanden sich übertrieben hoch und unmöglich, so dafs ein Rückstau des höchsten Wasserspiegels Statt gefunden haben müfste. Waren andrerseits die Angaben für einen einzelnen Punct richtig, so fehlten dagegen an andern Orten wieder die correspondirenden Wasserhöhen dazu, die man nicht willkürlich annehmen konnte, und also die einzelnen unpassenden Angaben weglassen mufste. Auf halbe Fufse und Zolle läfst sich schon überall die Fluthhöhe eines Flusses nicht ermitteln, weil die Leute selbst ihn an den Bäumen, Häusern, Wällen u. s. w. wegen des Wellenschlages, der Eisfahrt u. s. w. nicht anzumerken vermochten. So genau der Wasserstand ausgemittelt werden konnte, ist es überall geschehen, und die Höhen sind in die Längen- und Querprofile eingetragen worden; auch sind die Perpendikel an den beobachteten Puncten angegeben.

Hiernach beträgt das Gefälle des höchsten Wasserstandes

In der fünften Normalstrecke	von der Preufsischen Grenze bis zum Pegel No. 345. unterhalb der Hopster Ahe	22,98 F.
In der vierten – – –	vom Pegel No. 345. bis 249. an der Hase	29,82 –
In der dritten – – –	vom Pegel No. 249. an der Hase bis zum Radde Pegel No. 243. . . .	1,72 –
In der zweiten – – –	vom Pegel No. 243. bis zum Pegel No. 62. bei Hederfähre	27,40 –
In der ersten – – –	vom Pegel No. 62. bis Null bei Halte, das hohe Wasser vom 4. März 1817 angenommen, ...	1,21 –
Zusammen also beträgt das Gefälle des höchsten Wasserspiegels der Ems von der Grenze bis Halte auf 43 150 Ruthen lang		83,13 F.

Zieht man vom Perpendikel für den niedrigsten Wasserspiegel beim Nullpuncte zu Halte, welcher . . . . . 164,80 F.
lang ist, den Perpendikel für den niedrigsten Wasserstand an der Preufsischen Grenze, oder am Pegel No. 431.^{50} ab, mit . . . 85,78 –
so ergiebt sich für das gesammte Gefälle der Ems . . . . 79,02 F.,
welches auch mit der Summe der einzelnen Theile der Gefälle übereinstimmt.

Der Fall des höchsten Wassers der Ems war . . . . . 83,13 F.
Der Fall des niedrigsten ist . . . . . 79,02 –
Also fällt der hohe Wasserspiegel *mehr* 4,11 F.

Aus der in den Längenprofilen bemerkten Inundationslinie geht nun hervor, dafs in den meisten Strecken von Bruwaal, oder vom Pegel No. 21. an, wo der Emsdeich am linken Ufer der Ems aufhört, bis Meppen, die Ufer rechts und links bedeutend überfluthet werden; in dem Maafs, dafs alsdann der Leinenpfad, mithin die Schiffahrt durch Zugpferde aufhört und nur noch mittels Segel möglich ist. Auch von Meppen bis Lingen ist dies gröfstentheils der Fall; jedoch allmälig weniger, bis oberhalb Ellbergen, indem die Ufer immer höher werden und von da bis Salzbergen und bis zur Preufsischen Grenze die Überfluthung fast ganz aufhört und nur in einzelnen kleinen Thälern stattfindet. In dieser Gegend ist also der Leinenpfad gegen die Überströmung sicherer als unterhalb; jedoch überall nicht ganz frei davon.

(Die Fortsetzung folgt.)

7.

Gutachten über die Eisenbahn von Stuttgart nach Ulm;

enthaltend eine Vergleichung zwischen den beiden Concurrenz-Linien

a. Durch das Neckar- und Filsthal über die Alb;

b. Durch das Rems-, Kocher und Brenzthal.

(Von Herrn *A. W. Beyse,* Civil-Ingenieur und Architekten aus Cöln.)

[Die Eisenbahn, von welcher der hier folgende Aufsatz handelt, hat zwar für Preufsen und für das nördliche Deutschland wenig unmittelbares Interesse: desto mehr Interesse aber für das südliche Deutschland. Dabei ist der Fall im Allgemeinen, und besonders für den Techniker, bemerkenswerth; denn es handelt sich hier um eine Eisenbahn durch wirkliche ***Gebirge;*** und dergleichen Fälle sind im nördlichen Deutschland noch nicht vorgekommen; stehen aber bevor. So viel aus dem Aufsatz zu entnehmen, scheint man auch hier zwischen Stuttgart und Ulm der Gefahr entgegen zu gehen, dadurch, dafs man eine Linie über hohe Berge der durch die Thäler blofs deshalb vorzieht, weil sie auf der Carte kürzer ist (was schon der Verderb so vieler ***Chausséen*** war), grofsen Schaden sich zuzuziehen. Der Aufsatz bemüht sich, diese Gefahr abwenden zu helfen, und hat daher etwas in der That Wichtiges zum Gegenstande.

Die Kunst des Eisenbahnbaues ist, wie es scheint, wenigstens in Deutschland, noch in ihren allerersten Anfängen begriffen und noch sehr weit von irgend einer Vervollkommnung entfernt; denn wenn man auch, wie nicht zu bezweifeln, gute Schienen und gute Fuhrwerke anzuschaffen und gehörig zu benutzen weifs, die Schienen gut zu legen und die Dämme, Einschnitte, Brücken, Häuser etc. gehörig zu bauen versteht, so ist dies doch noch lange nicht die Kunst des Eisenbahnwesens. Die Kunst der Ausmittlung der besten Linien und die Anordnung dieser neuen Art von Strafsen überhaupt, ist noch bei weitem wichtiger als das Vorige; und diese Kunst, wenigstens ihre Benutzung und Befolgung, scheint noch sehr zurück zu sein; was auch am Ende nicht eben zu verwundern ist, da in *diesem* Punct selbst für die viel ältere und weniger schwierige Kunst *Chausséen* zu bauen noch gar viel zu wünschen übrig bleibt; beson-

ders für Chausséen durch Gebirge. Es könnte nun freilich Vieles in diesem Punct durch ruhige Überlegung und wissenschaftliche Erwägungen geschehen, allein für die Eisenbahnen scheint dazu, bei dem Gange, den dieses so mächtige und wohlthätige Mittel zur Erhöhung des Wohlstandes genommen hat, wenig Aussicht, und es ist zu fürchten, dafs die Vervollkommnung der Eisenbahnbaukunst erst nach vielen Jahren und erst durch Schaden und durch viele, viele Millionen Lehrgeld wird erlangt werden. Da indessen deshalb, und zwar um so weniger, abgelassen werden darf, auf alle Weise an ruhige Überlegung und an vorherige *technische* Erwägung wenigstens zu mahnen, so ist jeder Versuch zu diesem Zweck nützlich und recht und gut.

Deshalb hat denn der Herausgeber des gegenwärtigen Journals geglaubt, dem hier folgenden Aufsatze eine Stelle in demselben anweisen zu müssen, und er hofft, dafs derselbe nützlich werde befunden werden, um so mehr, da dieser Aufsatz eines erfahrnen und geübten Architekten auch noch mehrere allgemeine gute und practische Bemerkungen enthält. Er hat der Abhandlung, um ihren Inhalt noch verständlicher zu machen, eine kleine Carte beigegeben, die sich bei dem Aufsatze nicht befand. Der Herr Verfasser hat die Güte gehabt, die beiden in dem Aufsatze beschriebenen Eisenbahnlinien selbst in die Carte hineinzuzeichnen. Über den besondern Gegenstand des Aufsatzes hat der Herausgeber keine Meinung zu äufsern, da ihm die Örtlichkeit aus der Anschauung nicht speciell genug bekannt ist. Der Aufsatz spricht aber hinreichend für sich selbst. D. H.].

An die verehrten Bürger Württembergs, welche mir den ehrenvollen Auftrag ertheilten, die beiden Eisenbahnlinien über *Cannstadt,* durch das *Rems-, Kocher-* und *Brenzthal,* wie auch jene über die *Alb,* im *Neckar-, Fils-, Langen-, Lone-, Denken- und Blauthale,* oder überhaupt direct von *Cannstadt* nach Ulm zu bereisen, genau zu besichtigen und darüber einen ganz der Wahrheit und meiner Überzeugung gemäfsen Bericht zu erstatten, welcher alle Verhältnisse, Vortheile und Nachtheile offen darlege und dann zuletzt den Beweis liefere:

„Welche derselben die ausführbarste und vortheilhafteste für das Land
„und dem deutschen Bundesverhältnifs am angemessensten sei."

Stuttgart, den 25. Juni 1843.

Um den obigen Anforderungen zu genügen, werde ich meine Aufgabe in mehrere Abschnitte bringen und jeden einzelnen immer so darstellen, dafs

eine klare Parallele zwischen beiden Linien ersichtbar und endlich der Schluſs daraus zu ziehen sei, welche die beste sein dürfte.

Es wäre mir zwar sehr erwünscht gewesen, alle Plane, Profile und Kosten-Anschläge der von der Hohen Württembergischen Regierung bis jetzt berücksichtigten Linien zur Einsicht zu erhalten, und ich habe Se. Excellenz den Herrn Minister des Innern *v. Schleyer* darum gebeten. Hochderselbe hatte auch die Geneigtheit, mich deshalb an den Herrn General *v. Seeger* zu adressiren. Dieser geehrte Herr war aber, wie er sagte, nicht mehr im Besitze der Materialien. Den 24. Juni wandte ich mich auch an den aus Belgien und Frankreich zurückgekehrten Herrn Oberbaurath *v. Bühler*, erhielt aber die Versicherung, daſs alle Linien nochmals revidirt und in der Umarbeitung begriffen seien, so daſs die von mir besichtigte Linie über die Alb nicht mehr die dort zu erbauende sei.

Ich werde jedoch versuchen, auf einem oder dem andern Wege noch die geeignete Auskunft zu erhalten und die neuen Linien oder die Correcturen der alten zu erlangen; was besonders wichtig in Bezug auf den Kostenpunct ist. Sollte dies nicht möglich sein, werde ich mir diese Hülfsmittel selbst, so weit es nöthig ist, zu verschaffen suchen.

Den 27. Juni. Herr Oberbaurath *v. Bühler* hatte die Gewogenheit, mir die schätzbaren Vorarbeiten der Linie über die Alb vorzulegen, so wie jene von Ulm nach dem Bodensee, welche wirklich noch corrigirt werden; von der Linie durch das Rems- und Brenzthal habe ich jedoch nichts gesehen.

Nachdem auf diese Weise das Urtheil der Sachverständigen von mehreren Seiten eingeholt und geprüft ist, wird das Hohe Ministerium und werden die Hohen Stände beider Kammern in den Stand gesetzt sein, das Richtige auszuwählen und so dem Lande die verheiſsene Wohlthat auf dem wohlfeilsten und zweckmäſsigsten Wege zu verschaffen. ***Wohlfeilheit und Zweckmäſsigkeit*** können allein den Nutzen der Eisenbahnen jedes Staates bestimmen, und man muſs sie um jeden Preis zu erringen streben.

Meine Aufgabe wird daher sein, zu ermitteln: welches ist die beste Linie zwischen Cannstadt und Ulm

I. in strategischer und tactischer;

II. in commerzieller end staatswirthschaftlicher Beziehung;

III. mit Bezug auf Terrainschwierigkeiten, nebst Erwähnung der Lage und Richtung jeder Linie;

IV. rücksichtlich der Baukosten;

V. mit Hinsicht auf den Betrieb und die geeignetsten Betriebsmittel;

VI. endlich in Rücksicht auf den Rein-Ertrag und die Selbstkosten, folglich für den eigentlichen Vortheil des ganzen Landes.

Bevor ich jedoch weiter fortschreite, will ich noch im Allgemeinen bemerken, dafs die Eisenbahnen der deutschen Bundesstaaten das grofse Band bilden werden, welches Deutschland gegen die gemeinschaftlichen Feinde schützt, sowohl in strategischer Hinsicht, als mit Bezug auf den innern Handel und die innere Gewerbthätigkeit jedes deutschen Staates insbesondere und des Bundes im Grofsen. Endlich werden sie den äusländischen und überseeischen Handel des deutschen Zollvereins schaffen, oder doch heben und vermehren, wenn erst Antwerpen, Rotterdam, Amsterdam, Bremen, Lübeck, Stettin und Danzig Häfen und Vorstädte von Stuttgart, München, Wien, Dresden, Berlin, Carlsruhe, Cassel etc. geworden sind, wie jetzt in England jeder Seehafen eine Vorstadt Londons durch die Eisenbahnen schon geworden ist und es noch mehr werden wird.

Dann mufs ich noch vorausschicken, dafs alle die von mir hier im Laufe der Darstellung gefällten Urtheile ganz allein die Sache gelten und dafs es ohne die geringste Persönlichkeit zu betrachten ist, wenn ich in wissenschaftlich practischem Interesse hier und da nicht Dasjenige billigen kann, was von andern Ehrenmännern ihrer Überzeugung gemäfs bereits früher über diesen Gegenstand gesagt worden ist.

I. In strategischer Hinsicht.

Am gewichtigsten für deutsche Unabhängigkeit, deutsche Einheit und deutschen Wohlstand sind Frankreich, Rufsland und England; wozu noch die Interessen der scandinavischen Reiche, Dänemark, Schweden und des von der deutschen Familie losgerissenen Hollands kommen.

Durch die Eisenbahnen, welche Preufsen gegenwärtig ausführen will, und zum Theil schon ausgeführt hat, werden im Norden und Osten allen diesen Staaten Barrieren entgegengestellt, welche, in Verbindung mit dem Rheine, der Weser, der Elbe, der Oder, der Weichsel und den an diesen deutschen Strömen von der Natur geschaffenen festen Stellungen, den mit grofsen Opfern von Preufsen erbauten Festungen und dem sich immer mehr ausbreitenden deutschen Zollverbande, welcher Deutschland in einen einzigen grofsen Handelsstaat verwandelt, so stark geworden sind, oder noch so stark werden, dafs sie unübersteigbar zu nennen sein möchten.

Die Rhein-Weser-Eisenbahn bildet eine Operationslinie für alle Stellungen in Westphalen und in Verbindung mit den Zweigbahnen über Wesel nach der holländischen Grenze; ferner eine doppelte Operationsbasis gegen Frankreich.

Die rheinische Eisenbahn giebt eine Operationslinie zur Unterstützung der deutschen Nord-Armee, die an der Maafs operirt; und eine künftige directe Bahn von Düsseldorf nach Antwerpen bildet eine Operationslinie für Maas und Schelde, und theilweise selbst eine verstärkte Basis.

Die Eisenbahnen von Hannover, Braunschweig bis Bremen werden die Positionen hinter der Weser mit Hülfe der Festung Minden sehr verstärken, und sie dienen dann als Operationslinien und Operationsbasen.

Die Bahn von Berlin nach Hamburg, auf dem rechten Elb-Ufer, verstärkt die Operationsbasis dieses Flusses gegen Frankreich bedeutend.

Die Berlin-Breslauer und Berlin-Stettiner Bahn bilden Operationslinien und Basen hinter der Oder und in Verbindung mit den dortigen Festungen gegen Rufsland; und die Bahnen über Posen nach Danzig, Königsberg, Memel, so wie über Stettin und Stargard nach denselben oder andern Orten, geben tüchtige Operationslinien und theilweise Basen an der Weichsel und dem Pregel, ebenfalls gegen Rufsland. Ebenso können die Sächsischen und Thüringschen Bahnen als Operationslinien gegen Frankreich an der Elbe und Saale, an der Weser und dem Main betrachtet werden.

Die Taunusbahn, die Hessischen und Badenschen Bahnen werden tüchtige Operationslinien und Basen gegen Frankreich abgeben, und so den ersten Stofs gegen Süddeutschland brechen.

Dann folgen die Württembergischen Staatsbahnen, welche in Verbindung mit den Badenschen und Bayerischen Eisenbahnen die starken militärischen Stellungen hinter der Murg und überhaupt zwischen Rastadt und Ulm unterstützen und verstärken. Es fragt sich nun: welches ist die vortheilhafteste Lage und Richtung dieser Bahnen in jeder Beziehung? Es sind zwei Richtungen möglich. [Man sehe die Carte (Taf. VI.).]

a) Durch das Filsthal direct nach Ulm.

Eine directe Bahn auf Ulm von Stuttgart aus hat den Vorzug der geringeren Länge, besonders wenn sie auf kürzestem Wege direct, höchstens bis Überkingen und Geislingen (ohne Umweg über die Pulvermühle und Reichenbach), so geführt wird, dafs der Feind sie nicht leicht zerstören kann. Eine

Zerstörung ist am leichtesten, wenn eine Bahn auf steilen Gehängen vermittels tiefer Einschnitte, hoher Dämme, geneigter Ebenen, Viaducte und Tunnels durch das Gebirge geführt wird, weil Kunstwerke dieser Art durch eine Streifpartie des Feindes und Verrath in wenigen Augenblicken durch Schiefspulver so zerstört werden können, dafs sie in Jahr und Tag kaum wieder brauchbar zu machen sind.

Das Lias- und Oolithengestein, mit ihren Mergelschichten, den bedeutenden Wassermengen, oder ihren mitunter sehr mächtigen blauen und gelben Thonlagen, der Walk-Erde etc. sind aufserdem gefährliche Feinde der Eisenbahnen, wenn es sich darum handelt, Abhänge zu durchbrechen, und tiefe Einschnitte darin zu legen; wie dies bei der Führung der Bahn über die Alb nothwendig wird. Beispiele von Abgleitungen im Thonboden sind auf der London-Croydonbahn, der London-Brighton-, Southampton-, Great Western- und Manchester-Leedsbahn etc. vorgekommen.

So zum Beispiel wurde der Einschnitt bei New-Cross in der London-Croydonbahn im November 1841 durch eine Masse von 10 000 Schachtruthen Erde 30 Fufs hoch ausgefüllt, und man hatte viel zu thun, bis dieses Hindernifs in 9 Tagen so weit weggeräumt war, dafs man vorläufig *eine* Spur der Doppelbahn benutzen konnte. Das ganze Hindernifs verschwand erst in Zeit von 4 Wochen. Diese Reparaturen haben bei dem Hindernifs im Verkehr durch Bau und Betrieb mehreren Menschen das Leben gekostet.

Auf der London-Brighton-Bahn wurden zwei Dämme aus Thon aufgeschüttet, der eine bei Earls Wood, der andere bei Brighton. Beide flossen wie Wasser auseinander, und erst nachdem man sie durch das Kies, Sand und zerschlagenes Gestein ergänzt hatte, konnten sie als vorläufig sicher betrachtet werden, werden aber für alle Zukunft bei nassem Wetter unsichere Stellen der Eisenbahn bleiben.

In der Southampton-Bahn hat man Jahr aus Jahr ein mit den Dämmen und Einschnitten zu thun, soweit sie im plastischen Thone liegen und Abgleitungen der Böschungen vorkommen.

Auf der Great-Western-Eisenbahn sind schon bedeutende Unglücksfälle durch das Abgleiten der Böschungen, sowohl im Einschnitte bei Sunning Hill, als auf dem Damme bei Chippenham, der aus blauem Liasthon aufgeschüttet ist, vorgekommen; so dafs die Actiengesellschaft dieser Unfälle wegen einmal 100 Pf. St. Deodand Strafe bezahlen mufste. Während des Baues glitt der Abhang vor Middle Hill Tunnel zwischen Bath und Box ganz ab, so dafs sich

der Einschnitt ausfüllte, und Hecken, Gärten etc. völlig in Bewegung geriethen. Dies war in einer Abtheilung der Oolithenbildung über dem Hauptroggenstein.

Auf der Manchester-Leeds-Bahn mufste ein Tunnel theilweise in einen offenen Einschnitt verwandelt werden, weil Wasser-Einbrüche vorkamen; und ein grofser Tunnel ist in einem Abhange gar nicht vollendet worden, wegen des in demselben befindlichen Steingerölles.

Der Thon-Einschnitt vor dem östlichen Ende des Nirmer Tunnels in der Rheinischen Eisenbahn füllte sich im Winter von 1838 auf 1839 durch Abgleiten der Böschungen beinahe ganz aus, und die Tunnel-Arbeiten waren sehr schwierig und kostspielig.

So könnte ich noch viele Beipiele ähnlicher Art anführen, welche zeigen, dafs eine Gebirgsbahn auf steilen Abhängen, mit tiefen Einschnitten, hohen Dämmen und Tunnels, schon durch das Terrain selbst sehr gefährlich bei Truppentransporten, wie auch für den Betrieb im Allgemeinen sei. Das Unbequemste ist und bleibt aber, dafs diese Übelstände gerade zu einer Zeit eintreten können, wo die Bahn gegen den Feind die wichtigsten Dienste leisten könnte und sollte.

Im obern Filsthale sind unterhalb der Jungfrau bei Haufsen und unterhalb der Geisburg, ebenfalls daselbst, bedeutende Abrutschungen oder Bergstürze vorgekommen, die noch jetzt deutlich zu erkennen sind. Die Leute sagten mir, es sei in den nassen Jahren 1817 und 1824 geschehen. Man sieht es wohl, dafs diese Abgleitungen noch neu sind. Das Terrain bleibt sich im obern Filsthale, von Altenstadt bis oberhalb der Steigmühle, ziemlich gleich, und Niemand kann voraussehen, wie viele Bergstürze und Abgleitungen in der Bahnlinie vorkommen werden; besonders wenn man anfängt, am Fufse der Abhänge zu graben; so dafs nicht allein die Kosten der Construction aufserordentlich hoch, sondern auch die Gefahr für den Betrieb sehr grofs sein werden. Wird die Bahn aber so gelegt, dafs sie allenthalben einigermafsen gute Steigungsverhältnisse erhält, so wird die Strecke von Altenstadt auf den Gehängen des Altenstädter Berges, der Jungfrau, des Michelsberges, des Weigoldsberges, (auch wenn der Tunnel darin vermieden und in Curven umfahren wird), des Geisburgberges, im Authal bei Überkingen, unterhalb Aufhausen und Türkheim, auf den steilen Gehängen des Kahlensteins, der Schildwache, des Geiselsteines, des Hungerberges unterhalb Wittingen, des Ramsberges bis oberhalb der Steigmühle, sehr lang, sehr kostspielig und nament-

lich auch wegen der vielen Curven, die nicht immer ganz vollkommen flach werden können, sehr gefahrvoll.

Hierzu kommt häufiger Regen im Sommer, Herbst und Frühling, welcher Bergstürze, Abgleitungen der Böschungen etc. veranlafst, und wodurch eine Menge Brücken, Wasserdurchlässe, Abzugscanäle (beinahe für jede kleine Rinne, zwischen zwei Felsblöcken von oben herab kommend,) nöthig werden. Im Winter wird Schneefall, Glatt-Eis und das Zufrieren der reichlichen Quellen, welche die Einschnitte an den steilen Gehängen des Jurassischen Gebildes aufschliefsen müssen, die Bahn in dem oben bezeichneten Striche sehr gefährlich und unsicher machen.

Besser schon würde es sich gestalten, wenn man von Altenstadt und Geislingen, vielleicht im Thale bis Überkingen anfsteigend, die Alb durch eine geeignete Seil-Ebene, ohne stehende Maschine, mit correspondirenden Zügen, oder auch nur bergabziehenden Locomotiven ersteigen, oder wenigstens von Altenstadt aus theilweise stärkere Steigungen auf kurze Strecken annehmen wollte und könnte. Man würde dann eine solche geneigte Ebene anlegen, um in das Langenthal oder Lonethal zu gelangen. Alle Seil-Ebenen, mit und ohne stehende Maschinen, haben aber den Nachtheil, dafs sie durch Zerstören der Rollen, der Maschinen oder des Seils sehr leicht vom Feinde unbrauchbar gemacht werden können, so dafs dadurch die ganze Bahn für längere Zeit ebenfalls unpracticabel wird. Sodann ereignet es sich auch wohl gar, dafs das Seil im Augenblicke des Transports zerbricht, wenn man Vorräthe oder Truppen sehr nöthig zu transportiren hätte. Steigungsverhältnisse, für starke americanische Wagen und Locomotiven berechnet, sind jedenfalls sehr vorzuziehen, wo sie möglich sind; verursachen aber einen theuern Betrieb und weit über 60 p. C. der Brutto-Einnahme an Selbstkosten der Bahn in jedem Jahre.

Aufserdem kann eine Bahn durch das Filsthals über die Alb der Festung Ulm gar nicht mehr dienen, wenn der Feind sich so weit auf der Alb vom Schwarzwalde her verbreitet, dafs er entweder das Filsthal oder das Blauthal erreicht, worin die Bahn läuft. Die nothwendig werdenden steilen Steigungsverhältnisse werden aber immer nur wenige Truppen und Kriegsbedürfnisse auf einmal über die Alb zu transportiren gestatten.

Die Donauthal-Ebene wird ohne grofse Kosten auch nur erreicht werden können, wenn man bei Ulm, südlich des Michelsberges, entweder im Blauthale, oder im Thale von Bollingen oder Mähringen, steil herabsteigt und eine Seil-Ebene ohne stehende Maschine, oder auch eine Ebene für starke ame-

ricanische Locomotiven anwendet. Jedenfalls wird dadurch das Herabsteigen ins Denken-, Lone-, Langenthal und in das Thierbach- und Filsthal noch mehr erschwert.

Eine Verbindung der beiden wichtigen Bundesfestungen Ulm und Ingolstadt an der Donau ist dadurch noch keineswegs auf einer Eisenbahn vermittelt; was in strategischer Beziehung gegen eine feindliche Invasion der Donauländer doch sehr nöthig wird. Im Allgemeinen ist deshalb die Neckar-Filsthalbahn über die Alb keine gute strategische Bahn zu nennen, sie mag ausgeführt werden, wie man immer wolle, weil der Feind sie immer eher zerstören kann, als er die Festung Ulm wirklich belagert; so dafs sie der Festung am allerwenigsten nützt, wenn sie eben am nothwendigsten wäre.

b) Die Bahn von Cannstadt über Waiblingen, durch das Rems-, Kocher- und Brenzthal, und endlich durch das Donauthal nach Ulm.

Diese Bahn hat keine Viaducte, keine Tunnels, keine tiefen Einschnitte, keine hohen Dämme, und liegt auf keinen steilen, ungünstigen Thalhängen, sondern immer auf der Sohle der Thäler; mit wenigen Ausnahmen. Sie kann ganz ohne Seil-Ebene erbaut werden, wenn man die Höhe vor Cannstadt über Fellbach nach Waiblingen in Serpentinen von 1500, 2000 und 3000 F. Radius mit einem Gefälle von 1 auf 100 bis 1 auf 130 übersteigt, und endlich dem Donauthale von Sontheim bis Langenau auf Württembergischem Gebiete folgt, von dort 2 Stunden auf Bayerischem Gebiete bis zur Donau und dann wieder auf Württembergischem Gebiete bis Ulm baut. Im Falle aber nicht Bayerisches Gebiet berührt werden sollte, kann die Linie durch das Albecker Thal über die Hoch-Ebene bei Hafslach und dann durch das Örlinger Thal geführt werden; wobei sich dann wieder bedeutende Schwierigkeiten ergeben, so dafs im Örlinger Thal höchst wahrscheinlich eine steile Ebene ins Donauthal führen würde. Ein specielles Nivellement kann dies nur ergeben, weil mir keine solche Höhenpuncte bekannt sind, die das Verhältnifs gleich kund werden lassen.

Diese Linie hat vor der lit. *a*), die nur als einfache Operationslinie gebraucht werden kann, aufserdem voraus, dafs sie als eine künstliche Operationsbasis für die Stellungen auf der Alb dient, die dem Feinde so lange unzugänglich ist, bis er die deutschen Truppen ganz von denselben verdrängt hat; was um so schwerer ist, als die Bayerischen und Österreichischen Truppen auf den Bayerischen Bahnen, selbst nach einer verlornen Schlacht, schnell zur Unterstützung und Verstärkung herbei eilen können, ebensowohl als jene vom

Niederrhein auf den Badischen Bahnen, die Württembergische Staatsbahn mag sich denselben anschliefsen, wo man will: bei Pforzheim, Bruchsal, oder unmittelbar am Neckar. Vorzüglich können starke Truppen-Abtheilungen, und zwar zu jeder Jahreszeit, darauf transportirt werden, weil alle Verhältnisse gut sind.

c) Die Bayerischen Bahnen in strategischer Beziehung.

Um die strategische Wichtigkeit der Rems-Kocher-Brenzbahn genugsam hervorzuheben, ist es nöthig, auch die Bayerischen und Österreichischen Bahnen in strategischer Hinsicht näher zu beleuchten.

Um eine Eisenbahn für das Land am vortheilhaftesten und ergiebigsten anzulegen, wird es stets gut sein, die Hauptstadt als den Centralbahnhof aller von dort wie die Strahlen eines Sterns auslaufenden Bahnen betrachten zu können.

Sollte dies in Bayern ebenso durchgeführt werden, wie für London, Paris, Wien, Berlin, so müfste München etwa bei Ingolstadt oder Donauwörth an der Donau liegen. Seine Nachbarschaft an den Alpen macht dies indefs unmöglich, und München wird jedenfalls nur an einer Zweigbahn des grofsen Netzes liegen bleiben und eine Bahn bis Salzburg diese Zweigbahn bilden, die jedoch wegen der auslaufenden Alpengehänge zwischen den Alpenbächen und Flüssen viel Geld kosten möchte, da man diese Bäche und Flüsse, ebensowohl als die zwischen selbigen liegenden Gebirge, überschreiten oder durchbrechen mufs. Die Salzburg-Münchner Bahn wird eine, obgleich im Betriebe nicht sehr gute Operationslinie für die Stellungen hinter dem Inn, der Isar und dem Lech bilden, ohne jemals als eine Operationsbasis benutzt werden zu können, wenn die Franzosen das Donauthal, wie gewöhnlich, als ihre Haupt-Operationslinie gegen Wien betrachten. Die Bahn von Augsburg bis Donauwörth, auf dem linken Ufer des Lech, ist im Gegentheil schon nachtheilig für die Stellung zwischen Lech und Isar. Sie ist aber schon vorhanden, und mufs nun so gut benutzt werden als möglich. Eine Bahn direct von Augsburg nach Lindau am Bodensee wird, wie ich mich aus eigner Anschauung, so weit es mir möglich war, überzeugt habe, grofse Schwierigkeiten bei Überkreuzung der Alpenbäche und bei dem Durchfahren der zwischen selbigen liegenden hohen Bergrücken finden, wenn man auch immer die Wasserscheiden zur Durchbrechung wählt. Aufserdem ist Augsburg nicht als Centralpunct der Bayerischen Eisenbahnen zu betrachten. Wollte man von Augsburg aus, dem Lechthale bis ins Donauthal folgen, so würden die Schwierigkeiten doch viel gröfser

sein, als auf dem linken Donau-Ufer, wo nur ein Paar unbedeutende Bäche zu überschreiten sind, um im günstigsten Terrain Ulm zu erreichen. Die Bahn auf dem rechten Donau-Ufer bis Lindau würde aufserdem den Feinden die Operationslinie an der Donau verbessern und ihnen den Übergang über diesen Flufs unterhalb Ulm erleichtern, im Fall sie das Schweizerische neutrale Gebiet verletzten, wie ehemals.

Da Bayern nun doch einmal die Donau bei Donauwörth mit der Eisenbahn überbrückt hat, so wird es ihm ein Leichtes sein, die strategische Bahn von Ingolstadt nach Ulm zu erbauen und sich bei Sontheim oder Unter-Elchingen den Württembergischen Bahnen anzuschliefsen, so, dafs dadurch die Donau Operationslinie und Basis zugleich wird.

Der Bau der Bahn längs der Berge von Sontheim aus macht die Linie zwar etwas länger, aber man vermeidet dadurch auch das Ried und die Torf- und Moorgründe im Donauthale, welche bekanntlich die München-Augsburger Bahn so sehr vertheuert haben.

Die natürlichste und wohlfeilste Linie für die Bahn nach Österreich würde abwärts des Donauthales bis Passau sein, so dafs sich Österreich dort anschlösse, während die Eisenbahn von Donauwörth bis Nürnberg und Bamberg nach Coburg oder Hof, den Main in eine gute Operationsbasis verwandelte, die den französischen Heeren den Einzug nach Wien viel streitiger machen würde, als früher die blofs natürlichen Hindernisse.

Eine Bahn von München längs des rechten Isar-Ufers nach Passau würde ebenfalls eine grofse strategische Bedeutung haben; ebenso wie eine andere längs des Inn von München über Wasserburg, Mühldorf, Scharding nach Passau. Die Schwierigkeiten sind aber jedenfalls bedeutender als in der Linie von Donauwörth über Ingolstadt, Regensburg, Passau, Linz etc.

In diesem Sinne wird z. B. eine Eisenbahn direct von Wien über Salzburg nach München blofs eine Operationslinie nach den obern Theilen der Salzbach, des Inn, der Isar, des Lech bilden, die, über schwieriges Terrain geführt, nicht erlauben würde, sehr grofse Truppentransporte auf einmal fortzuschaffen, während eine Bahn von München hinter der Isar bis Passau die Stellung zwischen Inn und Isar aufserordentlich verstärken würde. Dasselbe gilt von einer Bahn von München über Wasserburg und auf dem rechten Ufer des Inn und der Salzach nach Passau, wobei die Bahn von Salzburg bis Wasserburg nur eine vervollkommnete Pferdebahn sein könnte, wo die Pferde nicht vor den Wagen, sondern auf den Wagen mit ihrem vollen Gewicht wirk-

ten: eine Vorrichtung, die sich eben so gut ausführen läfst, als die, durch welche Menschen jetzt die Draisinen auf den Eisenbahnen treiben.

Da alle spätern Kriege gezeigt haben, dafs die Franzosen das Donauthal immer benutzten, um einen der gröfsten deutschen Bundesstaaten anzugreifen, so ist wohl nichts natürlicher, als ihnen hier Barrieren entgegenzustellen.

Für die Festung Ulm würde eine Bahn langs der Iller auf Bayerischem Gebiete, und dann im Argenthale und Eschachthale im Württembergischen, mit einer Verzweigung nach Friedrichshafen und Lindau, auf Kosten beider Staaten, gewifs die beste sein und aufserdem eine gute Stellung hinter der Iller und dem Argen, wie auch eine Operationsbasis gegen das etwa verletzte Schweizergebiet bilden.

Alle diese Gründe und Thatsachen deuten augenscheinlich dahin, dafs die Rems-Brenzbahn in jeder Beziehung die wichtigste in Württemberg für die Strategie sein müsse.

In Bezug auf eine directe Verbindung von Ulm mit dem Bodensee durch das Rifsthal und Schussenthal kann ich nur bemerken, dafs sie zwar auch wichtig für Ulm ist, aber bei weitem nicht so vortheilhaft, als jene hinter der Iller, weil die Franzosen solche nehmen können, ehe sie Ulm belagern.

Stets zu bedauern bleibt, was ich schon im Jahr 1839 und 1840 an die Preufsischen hohen Ministerien in meinen Notizen über Badensche, Französische und Schweizerische Eisenbahnen berichtete, dafs nemlich Baden nicht die allgemein in Deutschland angenommene Spurweite von 4 Fufs 8 Zoll englisch adoptirt hat, und dadurch Gefahr läuft, eine Eisenbahn-Insel zu werden; zugleich aber eine Umladung der Militair- und der Kriegsbedürfnisse zu verursachen; vielleicht in einer Periode, wo man wenig Zeit hat, diese Umladung zu machen. Noch unangenehmer ist die Einwirkung des breiteren Geleises auf den Gütertransport, welcher durch das Umladen der Güter bedeutend erschwert und vertheuert wird. Sollte der Gedanke an einen allgemeinen Stapelplatz am Rhein auf Badischem Gebiete dabei zum Grunde gelegen haben, so würde derselbe seinen Zweck ganz verfehlen und dem Lande nur Schaden bringen. Es ist deshalb zu wünschen, dafs auf allen fertigen Badenschen Bahnen noch eine dritte Schiene für die gewöhnliche Spurweite von 4 Fufs 8 Zoll englisch gelegt und dafs die übrigen gleich mit diesem Geleise versehen werden möchten, um den bessern allgemeinen Zweck zu erreichen. Denn gegenwärtig haben Americanische Wagen und Locomotiven bewiesen, dafs man auch mit geringerer Spurweite alle Theile derselben hinreichend stark erbauen könne;

so dafs der Hauptzweck der breiteren Spur, den man Badischerseits im Auge hatte, wegfällt.

Hoffen wir, dafs die Deutschen Bundesstaaten hier gegenseitig sich verständigen und ein allgemeines deutsches strategisches Eisenbahnsystem beschliefsen, damit die Feinde deutscher Ehre, Freiheit und Entwicklung nie Gelegenheit haben mögen, aus kleinen innern Verhältnissen die Triebfedern zu der Befehdung des Ganzen zu entnehmen. Das Bündel Pfeile, und der einzelne Pfeil, ist das beste, obgleich gemeinplätzige Sinnbild für die deutsche Einstimmigkeit in der Politik, der Strategie, dem Handel, dem Postwesen, und in allen übrigen Transportmitteln. Dann wird Deutschland der Kern sein, um welchen sich für ewige Zeiten die Weltgeschichte windet. Es möchte sonst, wenn jeder gröfsere oder kleinere deutsche Staat nur nach dem eigenen Bedürfnisse für Handel und Verkehr des Inlandes baute, vorkommen, dafs die Staaten des deutschen Bundes kein für das allgemeine Interesse passendes strategisches Eisenbahnnetz gebaut hätten.

Voraussetzen, dafs ein deutscher Staat noch jemals die Waffen gegen den andern kehre, würde zu gewagt sein, als dafs darauf beim Bau der Bahnen in den einzelnen Ländern noch Rücksicht genommen werden müfste. Die Geschichte zeigt seit 300 Jahren und länger, dafs Deutschland bei jedem Kriege dieser Art verloren, und dafs seine gröfsten Feinde dabei gewonnen haben. Dieselben Manövers, die eine grofse Seemacht jetzt in entfernten Welttheilen anwendet, um sich dort Länder, Handel und baares Geld zu verschaffen, hat sie früher gegen Deutschland zu ihrem Vortheile benutzt, und wird sie immer benutzen, sobald es ihr gelingen sollte, in Verbindung mit andern grofsen Mächten Uneinigkeit unter den deutschen Bundesstaaten zu stiften. Die gröfste Nothwendigkeit scheint daher vorhanden, die deutschen Eisenbahnen auch in strategischer Beziehung künftig in einander greifen zu lassen.

II. In staatswirthlicher und commercieller Beziehung.

Es ist jetzt nach einem etwa 10jährigen Zeitraume bekannt geworden, dafs die Wirkung der Eisenbahnen auf Handel, Gewerbe und Verkehr sich wie folgt herausstellt:

1) Der Verkehr von Station zu Station ist bei dem Personen-Transport am bedeutendsten; dann folgen die entfernteren Hauptzwischenstationen, und zuletzt die Endpuncte.

2) Der Güterverkehr gedeiht nur auf gröfsere Entfernungen, und auch blofs dann, wenn die Eisenbahn-Direction (wie gegenwärtig alle Englischen Bahnen, die Americanischen und auf meinen wiederholten Antrieb auch die Rheinische und Düsseldorf-Elberfelder Eisenbahn) die Güter aus dem Hause des Versenders in das Haus des Empfängers schafft, weil der Fabricant und Kaufmann, wegen der Kosten des Transports zu und von der Eisenbahn, und wegen des damit verbundenen Umladens und Verderbens der Güter, dem Frachtfuhrmanne, so lang er noch gleich hohe Preise mit der Eisenbahn inclusive aller Nebenkosten stellt, stets den Vorzug giebt. Die Düsseldorf-Elberfelder Bahn hatte darauf gerechnet, 1 300 000 Centner Güter jährlich zu transportiren: sie transportirte aber im Jahr 1842 nur etwa 230 000 Centner. Seit der Abholung der Güter vom Versender und Ablieferung an den Empfänger hat sich das bedeutend verbessert; sie wird aber nie alle Güter erhalten, weil die Entfernung zu gering ist.

3) In Gebirgen ist auf gar keinen Güterverkehr der nächsten Zwischenstationen für die Eisenbahn zu rechnen, und in den Ebenen auf kurze Entfernungen bis 8 Stunden ebenfalls nicht: denn wenn sich der Versender, der eine halbe, eine oder zwei, bis drei Stunden von der Bahn entfernt wohnt, dazu verstehen mufs, einen Fuhrmann zu miethen, der die Güter bis zur nächsten Station bringt, so wird man in der Regel auch einen kürzeren Weg finden können, um nach dem Endpuncte der Bahn für denselben Preis, oder selbst noch wohlfeiler zu transportiren, als auf der Eisenbahn.

Das Versenden auf der Eisenbahn auf kleinere oder gröfsere Entfernung erfordert:

1) Aufladen im Hause des Versenders.
2) Transport zur Eisenbahn.
3) Abladen an der Bahn.
4) Aufladen auf die Bahnwagen.
5) Transport auf der Bahn.
6) Abladen von den Bahnwagen.
7) Aufladen im Bahnhof auf andere Wagen.
8) Transport ins Haus des Empfängers.
9) Abladen daselbst.

Diese neun Umstände sind es, die den Gütertransport mit Eisenbahnen so sehr erschweren, und dem Fuhrmann den Vorzug geben, welcher nur erfordert:

1) Aufladen im Hause des Versenders.
2) Transport bis zum Empfänger.
3) Abladen im Hause des Empfängers.

Das Schwierigkeitsverhältnifs ist also ein quadratisches, und die Kosten und die Beschädigung der Güter sind beiden Verhältnissen proportional. Aus diesen Gründen bauen die Americaner ihre Eisenbahnen durch die Städte und bis in die Waarenlager der Versender und Empfänger. Die Engländer senden deshalb die einmal beladenen Güterwagen über alle zwischen liegende Bahnen aus dem Hause des Versenders ins Haus des Empfängers, und selbst Personen fahren, z. B. von London, in demselben Wagen bis Lancaster und Darlington, wozu sich die Directionen vereinigt und ein Booking-trough-office errichtet haben.

Im Gebirge ist daher der Vortheil des Eisenbahntransports nur auf gröfsere Entfernungen für Güter zu berücksichtigen, und die an den Bahnen selbst etwas von einander entfernt liegenden Ortschaften werden sich derselben allein mit Vortheil bedienen: immer vorausgesetzt, dafs aus dem Hause des Versenders ins Haus des Empfängers abgeliefert werde, und dafs die Eisenbahn-Direction, oder da, wo der Staat selbst bauet, auch der Staat die Expeditions-, Speditions- und Transitgeschäfte u. s. w. selbst mache.

Wo der Staat bauet, wird er auch alleiniger Spediteur; oder er mufs seine Güterwagen an die Spediteurs vermiethen und Bahngeld nehmen; was einen complicirten Betrieb giebt.

Das hier Aufgestellte ist eine bei allen Gebirgsbahnen gemachte Erfahrung, welche auch zeigt, weshalb kurze Bahnen dieser Art, die nur auf Gütertransport berechnet waren, eine so schlechte Rente geben.

4) Die Wohlfeilheit der Ausführung in einem günstigen Terrain bedingt auch zugleich den gröfsern Verkehr einer Eisenbahn, aus mehreren Gründen. Denn da ein kleineres Anlage-Capital nöthig war, kann man, um mäfsige oder gute Zinsen zu erhalten, auch die Personen und den Centner Güter pro Meile wohlfeiler transportiren; so dafs selbst ein Umweg von einigen oder mehr Stunden dem Reisenden nicht unbequem scheint, wenn seine Casse nur dabei weniger angesprochen wird, als auf der kürzern Linie, die der Kostspieligkeit des Baues und des Betriebes wegen eine höhere Transporttaxe verlangt. Auf die wenigen Minuten Zeit, die dem Reisenden oder den Gütern verloren gehen, kann es daher gar nicht ankommen; und wenn auch der Werth der Zeit im Grofsen täglich mehr in Deutschland erkannt wird, so ist Zeit-

verlust im Kleinen doch nur in seltenen Fällen von Wichtigkeit; desto mehr aber Geldverlust.

5) Der Eisenbahn-Transport hat durch schnelle Vermittlung zwischen den verschiedenen Ländern bewiesen, dafs

a) der ***Binnenverkehr*** jedes Landes der gröfste für die Eisenbahn ist und am meisten zur Entwicklung des Gewerbfleifses und der Industrie im Allgemeinen beitrage;

b) dafs demnächst der Eigenhandel jedes Staates mit dem nächsten Nachbarlande der gröfste ist und man also trachten müsse, das Nachbargebiet auf möglich-kürzestem Wege zu erreichen.

Preufsen giebt in dieser Beziehung ein nachahmungswerthes Beispiel. Die königliche Seehandlung, oder, was dasselbe ist, der Staat, unterstützte die Bahn von Berlin nach Leipzig, und die Bahn von Leipzig nach Magdeburg wurde schnell concessionirt. Weshalb? um recht bald seinen Eigenhandel mit dem nächsten Nachbarn, Sachsen, zur Vollkommenheit zu bringen.

Der Fehler des grofsen Umweges über Cöthen wird wahrscheinlich sehr bald durch den Bau der Risaer Bahn verbessert werden.

Der Staat bringt in diesem Augenblick grofse Opfer, um die Rheinische Eisenbahn zur Vollendung zu führen, damit sein Eigenhandel, Cölns und der Rheinprovinz mit dem nächsten Nachbarlande Belgien, dadurch gehoben und vervollkommnet werde.

Dasselbe Interesse zeigt sich bei den Bahnen von Berlin nach Hamburg durch Mecklenburg, von Berlin nach Hannover, nach der Ostsee, und selbst nach Ostpreufsen, wo der Eigenhandel mit Rufsland so sehr erschwert wird.

Der Eigenhandel Englands ist mit allen Küstenländern so grofs, weil diese alle seine nächsten sind, und aus demselben Grunde sucht es den Anschlufs Hannovers an den deutschen Zollverein zu verhindern; denn Hannover hat wieder den gröfsten offenen und geheimen Handel mit den Zollvereinstaaten zum Vortheile Englands.

Württemberg wird deshalb von Bayern und Baden den gröfsten Nutzen ziehen, und umgekehrt diese von ihm, an ihren respectiven Grenzen.

c) Der Handel mit entlegenen Häfen, Städten, Völkern kommt erst nach den beiden erstgenannten Industriehebeln und erfordert deshalb weniger ängstliche Rücksichten.

6) Der Personenverkehr wird sich auf den beiden Concurrenzlinien nach den bisherigen Erfahrungen wahrscheinlich wie folgt herausstellen.

a) Für die Bahn über Göppingen nach Ulm durch das Filsthal.

	Ortsanwesende.
Stuttgart Stadtdirectionsbezirk	42 217
Oberamt Ludwigsburg	33 613
– – Waiblingen	25 706
– – Cannstadt	23 539
– – Efslingen	26 746
– – Stuttgart	28 864
– – Leonberg	26 808
– – Nürtingen	25 482
– – Ulm	35 482
– – Blaubeuren	17 306
– – Geislingen	25 990
– – Kirchheim	26 269
– – Göppingen	32 958
– – Wiblingen	22 627
Summa (nach Memminger)	393 993;

wovon anzunehmen ist, dafs sie inclusive Fremden die Bahn durchschnittlich im Jahre 1½mal benutzen werden, wenn die Personentaxen für den Transport nicht zu hoch sind: thut 590 990 Personen.

b) Für die Bahn über Cannstadt, Gmünd, Aalen, Königsbronn, Sontheim, Langenau bis Ulm.

	Ortsanwesende.
Stuttgart Stadt-Directionsbezirk	42 217
Oberamt Ludwigsburg	33 617
– – Waiblingen	25 706
– – Cannstadt	23 539
– – Marbach	28 422
– – Efslingen	26 746
– – Stuttgart	28 864
– – Leonberg	26 808
– – Ulm	35 809
– – Ellwangen	28 116
– – Aalen	21 828
– – Neresheim	22 898
Bis hierher	344 570

Bis hierher	344 570
Oberamt Heidenheim	29 264
- - Gmünd	24 142
- - Schorndorf	27 218
- - Welzheim	21 343
- - Wiblingen	22 627
Summe (nach Memminger)	469 164,

welche die Bahn, so von allen Seiten sehr zugänglich ist, gewifs in demselben Verhältnisse benutzen werden, wie jene auf der Neckar-Filsthallinie, nemlich 1½mal jährlich im Durchschnitt: thut 703 646 Personen.

Dafs ein so starker Verkehr in einem gewerbfleifsigen, fabricirenden, weinbauenden und fruchtbaren, mit Naturschönheiten jeder Art begabten Lande vorkommen werde, beweiset die Erfahrung auf den Badenschen Bahnen, auf der Taunusbahn, auf den Rheinischen und der Düsseldorf Elberfelder-Eisenbahn.

In Belgien reiset jetzt die ganze Bevölkerung jährlich wenigstens einmal auf der Bahn, die zunächst derselben liegenden Arrondissements (Ober-Ämter) 2½ bis 3mal, die Bevölkerung der Städte zunächst der Bahnlinie aber 5mal.

Meine Annahme von 1½maliger Benutzung ist deshalb schon auf Württembergs Lage berechnet.

Die Voranschläge haben in Württemberg den Personenverkehr viel zu niedrig angenommen; ebenso wie dies ehemals in Baden, Belgien, Preufsen der Fall war, wo jetzt in einem Monate beinahe so viele Personen transportirt werden (83 000 pro May 1843 in Baden), als man für das ganze Jahr berechnete.

Man sieht hieraus, dafs im Commissionsberichte der Linie im Rems- und Brenzthale verhältnifsmäfsig zu wenig Passagiere zugetheilt worden sind, weil auf jede Linie nur 200 000 Personen gerechnet wurden; was allen Erfahrungen widerspricht, indem mehr Ortschaften und eine gröfsere Bevölkerung auch mehr Verkehr geben.

7) Der Güterverkehr möchte sich wie folgt herausstellen; nach den Angaben der Commission.

a) Linie über die Alb durch das Fils- und Neckarthal.

A. Ulm versendet über die Alb nach Cannstadt und Stuttgart an Handelsgütern und Producten . . . . . 325 967 Ctr. von Süd nach Nord,
nach Efslingen . . . . . 36 133 – – – – –
– Göppingen . . . . . 39 767 – – – – –
– Geifslingen . . . . . 14 433 – – – –
in der einen Richtung Summa 416 300 Ctr.

Davon kommen allein von Baierischen Strafsen . . . . . 81 000 Ctr.
von Schweizerischen, Italienischen, Österreichischen etc. nur . . . . . 2800 Ctr.

B. Stuttgart und Cannstadt versenden über die Alb nach Ulm, Friedrichshafen, Ravensburg, Waldsee, Bayern . . . 326 500 Ctr. von Nord nach Süd,
nach Geifslingen . . . . . 77 645 – – – – –
– Göppingen . . . . . 47 500 – – – – –
– Efslingen . . . . . 23 072 – – – – –
Summa 474 717 Ctr.

C. Geifslingen versendet nach Ulm in der andern Richtung, also über die Alb, ... 95 650 Ctr. von Nord nach Süd,
nach Göppingen, nicht über die Alb, . . 38 500 – von Süd nach Nord,
– Efslingen . . . . . 11 400 – – – – –
– Stuttgart und Cannstadt . . . . . 59 490 – – – – –
Summa 205 040 Ctr.
Davon nach Bayern circa 40 000 Ctr.

D. Göppingen versendet nach Ulm,
also über die Alb, ... 33 400 Ctr. von Nord nach Süd.
nach Geifslingen, also nicht über die Alb, 500 – – – – –
– Stuttgart und Cannstadt . . . . . 89 700 – – Süd – Nord,
– Efslingen . . . . . 14 050 – – – – –
Summa 137 650 Ctr.

D. Efslingen versendet nach Ulm,
oder über die Alb, ... 38 150 Ctr. von Nord nach Süd,
nach Geifslingen, also nicht über die Alb, 2 000 – – – – –
– Göppingen . . . . . 8 300 – – – – –
– Stuttgart und Cannstadt . . . . 16 250 – – Süd – Nord,
Summa 54 700 Ctr.

Hievon wird Folgendes auf die Bahn kommen, wenn man selbige so wohlfeil und kurz baut, dafs pro Centner und Stunde nicht mehr als höchstens $\frac{4}{3}$ Kreuzer oder besser $\frac{2}{3}$ Kreuzer durchschnittlich an Fracht zu berechnen sind.

A. Ulm sendet über die Alb . . . 401 867 Ctr. von Süd nach Nord; denn wenn die Bahn so hoch am Abhange über Geifslingen weggeführt wird, dafs eine bequeme Station unmöglich ist, werden von Ulm die Güter auf dem kürzern Wege immer nach Geifslingen gehen, um sie durch vielfaches Auf- und Abladen nicht zu verderben und nicht mehr Fracht bezahlen zu müssen, als nöthig ist. Der Fuhrmann transportirt in diesem Falle sicherer und wohlfeiler, so dafs aufser der Eisenbahn immer noch Gütertransporte über die Alb in entgegengesetzter Richtung Statt finden werden.

B. Cannstadt und *Stuttgart* sendet über die Alb

326 500 Ctr. von Nord nach Süd,

nach Geifslingen, nicht über die Alb, . . 77 645 - - - - -

- Göppingen . . . . . 47 500 - - - - -

Summa 451 645 Ctr.

Die Güter nach Efslingen fallen aus mit

23 072 Ctr.,

weil es nur 3 Stunden sind. (Erfahrungen bei Cöln und Düsseldorf.)

C. Geifslingen wird unter den obigen Umständen, wie bei Ulm erwähnt, seine Güter nach wie vor auf dem kürzesten Wege durch Fuhrleute senden müssen. (Erfahrungen zwischen Cöln und Düren, Aachen und Düren, Elberfeld und Düsseldorf.)

Deshalb fallen die oben berechneten 95 650 Ctr. weg. Sie kommen vielleicht theilweise hinzu, wenn in Geifslingen ein Bahnhof angelegt wird.

Die Entfernung zwischen Geifslingen und Göppingen ist nur 5 Stunden: deshalb lohnt es nicht die Mühe, die Waaren mit der Bahn zu senden, aus bereits entwickelten Gründen; folglich fallen auch obige 38 500 Ctr. aus.

Es bleiben daher für die Bahn nur

nach Efslingen . . . . . 11 400 Ctr. von Süd nach Nord,

- Stuttgart und Cannstadt . . . . 59 490 - - - - -

Summa 70 840 Ctr.

D. Göppingen sendet nach Ulm, über die Alb,

33 400 Ctr. von Nord nach Süd.

Die Sendung nach Geifslingen fällt aus mit 500 Ctr.

Von Göppingen nach Efslingen ist die Entfernung ebenfalls so kurz, dafs es sich nicht die Mühe lohnt, auf der Eisenbahn zu transportiren. (Erfahrung bei Cöln und Düsseldorf.) Von den 14 050 Centnern werden daher wohl nur auf die Bahn kommen . . . . 8 000 Ctr. von Süd nach Nord
nach Stuttgart und Cannstadt . . . . . 89 700 – – – – –
Summa 97 700 Ctr.

E. Efslingen sendet nach Ulm, über die Alb,
38 150 Ctr. von Nord nach Süd.
nach Geifslingen . . . . . 2 000 – – – – –
– Göppingen etwa die Hälfte mit . . 4 300 – – – – –
Von Efslingen nach Cannstadt und Stuttgart aus oben angegebenen Gründen nichts; deshalb fallen diese 16 250 Ctr. aus.
Summa 44 450 Ctr.

Die wirkliche Berechnung der Güter über die Alb auf der Eisenbahn in der Richtung

1) von Süden nach Norden wird also sein . . . 401 867 Ctr.
2) von Norden nach Süden . . . . . 398 050 –

oder in jeder Richtung ziemlich gleich viel, so dafs man eine geneigte Ebene mit correspondirenden Zügen anlegen könnte, sowohl bei Ulm als bei Geifslingen. Denn der vom obern Neckar bei Plochingen an die Bahn kommende Verkehr wird die Differenz völlig ausgleichen. Dasselbe gilt von den Personen, deren auf Eisenbahnen in jeder Richtung beinahe gleich viel reisen und ihnen den Hauptgewinn bringen. Übrigens ist eine solche Ausgleichung auch nicht nöthig, weil die bergabziehende Locomotive so viel mehr zieht, als in der Ebene.

Der gesammte Verkehr von Stuttgart und Cannstadt bis Geifslingen ist von Süden nach Norden:

A. Nichts.
B. . . . . . 125 145 Ctr.
C. . . . . . 70 890 –
D. . . . . . 97 700 –
Summa 293 735 Ctr.

Von Norden nach Süden:

A. Nichts.
B. . . . . . 125 145 Ctr.

so dafs in der Ebene ein ungleicher Gütertransport stattfinden wird; was hier aber keinen Schaden bringen kann.

Wenn nun auch der Erfahrung nach der Verkehr mit der Bevölkerung steigt, so wird dies doch wohl in jeder Richtung ziemlich gleichförmig geschehen und dadurch kein Hindernifs im Betriebe entstehen.

Ebenso wenig wird zwischen Stuttgart und Cannstadt jemals darauf zu rechnen sein, dafs viele Güter und Personen zwischen diesen beiden Orten auf die Eisenbahn kommen, wenn der Bahnhof nicht die richtige Lage erhält, weil sie viel zu nahe aneinander liegen und man von Hause ebenso schnell im Wagen nach Cannstadt kommt, und umgekehrt, als zum betreffenden Bahnhofe. Die Fuhrleute aber werden durch die Eisenbahn lernen, sehr billig zu fahren. Nur Diejenigen, die von beiden Orten weiter gehen, kommen sicher auf die Bahn.

b) Linie nach Ulm durch das Rems-, Kocher- und Brenzthal.

Zu allererst sollte, um eine billige Vergleichung zwischen beiden Linien anstellen zu können, auch die Aufnahme im Jahr 1841 geschehen sein, da bekanntlich in den letzten 7 Jahren der Güterverkehr sich in ganz Deutschland bedeutend vermehrt hat. Da mir aber keine andere Hülfsquellen zu Gebote stehen, so mufs ich mich mit der Aufnahme von 1836 zufrieden stellen.

A. Stuttgart und Cannstadt versenden mit der Eisenbahn:

Nach Ulm (dann mit der Eisenbahn wie oben)	326 500	Ctr. von Nord nach Süd.
– Waiblingen und Wimmenden ist zu nahe, also Nichts.		
Nach Schorndorf und Welzheim	9 658	– – – – –
– Gmünd	5 516	– – – – –
– Aalen und auf die Nürnberger Route .	15 510	– – – – –
– Heidenheim und auf die Augsburger Route	36 780	– – – – –
Summa	393 991	Ctr.

B. Waiblingen versendet auf der Bahn:

Nach Stuttgart, Cannstadt und Schorndorf ist es zu nahe, also Nichts.		
– Gmünd	3700	Ctr. von Nord nach Süd.
– Aalen	560	– – – – –
– Heidenheim	4000	– – – – –
Summa	8260	Ctr.

C. Schorndorf versendet nach Stuttgart und Cannstadt
354 000 Ctr. von Süd nach Nord.

Nach Waiblingen und Gmünd ist es zu nahe, deshalb	Nichts.	
– Aalen	16 050 Ctr.	von Nord nach Süd.
– Ulm (im Fall der Erbauung der Bahn gewifs mehr)	50 –	– – – –
– Heidenheim	19 850 –	– – – –
Summa	389 950 Ctr.	

D. Gmünd versendet nach Stuttgart und Cannstadt
6 690 Ctr. von Süd nach Nord.

Nach Schorndorf und Aalen ist es zu nahe, daher	Nichts.	
– Heidenheim	200 –	von Nord nach Süd.
– Waiblingen	400 –	von Süd nach Nord.
Summa	7 290 Ctr.	

E. Aalen versendet nach Stuttgart und Cannstadt
31 010 Ctr. von Süd nach Nord.

Nach Schorndorf	19 000 –	– – – –
– Gmünd und Heidenheim ist es zu nahe, deshalb	Nichts.	
– Ulm	8 000 –	von Nord nach Süd.
Summa	58 000 Ctr.	

F. Die Hüttenwerke Wasseralfingen, Unterkochen und Abtsgmünd versenden nach Cannstadt und Stuttgart (und besonders diese werden gehoben durch die Eisenbahn) . . . . . 16 138 Ctr. von Süd nach Nord.

Nach Schorndorf	1 042 –	– – – –
– Heidenheim ist zu nahe	Nichts.	
– Ulm	21 575 –	von Nord nach Süd.
Summa	38 745 Ctr.	

Würde die Bahn zuerst durch das Rems–, Kocher– und Brenzthal gebaut, so könnte der Staat durch Anlage eines Walzwerkes sich die meisten Schienen für die Bahnen selbst schaffen, auch überhaupt das Eisen zu Maschinen etc. selbst erzeugen. Dieser Umstand verdient gewifs eine ernstliche Erwägung.

G. Heidenheim versendet nach Stuttgart und Cannstadt

	7 520	Ctr.	von	Süd	nach	Nord.
Nach Waiblingen	225	–	–	–	–	–
– Schorndorf	14 380	–	–	–	–	–
– Gmünd	36 450	–	–	–	–	–
– Aalen ist zu nahe, deshalb . . .	Nichts					
– Ulm	120 300	–	von	Nord	nach	Süd.
Summa	178 875	Ctr.				

H. Ulm versendet nach Cannstadt und Stuttgart, wenn die Bahn fertig sein wird, ... 325 967 Ctr. von Süd nach Nord.

Nach Heidenheim	50 223	–	–	–	–	–
– Aalen	3 637	–	–	–	–	–
– Gmünd	468	–	–	–	–	–
– Schorndorf	900	–	–	–	–	–
Summa	381 195	Ctr.				

Es gehen daher von Norden nach Süden durch die ganze Bahn von Stuttgart bis Ulm . . . . . 326 500 Ctr.

Ferner in derselben Richtung

A.	67 491	Ctr.
B.	8 260	–
C.	35 950	–
D.	600	–
E.	8 000	–
F.	21 575	–
G.	120 300	–
Summa	588 676	Ctr.

Ferner von Süden nach Norden

H. Durch die ganze Bahnlänge	325 967	Ctr.
Ferner in derselben Richtung	55 228	–
G.	58 575	–
F.	17 180	–
E.	50 000	–
D.	6 690	–
C.	354 000	–
Summa	867 650	Ctr.

Über den Seelberg bei Cannstadt gehen deshalb von Norden nach Süden

A.	. . . . .	393 991 Ctr.
und von Süden nach Norden	. . . . .	741 325 Ctr.

Es würde daher besser sein, diese Höhe mit freifahrenden Locomotiven zu übersteigen, weil die schwersten Lasten von Süden, also bergab fahren, auf Cannstadt zu; aber auch eine Seil-Ebene mit correspondirenden Zügen wird die leichten Fuhrwerke bergauf ziehen.

Über die Hoch-Ebene bei Ober- und Niederhaslach würden gehen, im Fall man ganz auf Württembergischem Gebiete bauen wollte (sonst wenn man kaum 2 Stunden auf Bayerischem Gebiete bei Ober- und Nieder-Elchingen bauen wollte, ist kein Hinderniſs mehr vorhanden):

Von Norden nach Süden

A.	. . . . .	326 500 Ctr.
C.	. . . . .	50 –
E.	. . . . .	8 000 –
F.	. . . . .	21 575 –
G.	. . . . .	120 300 –
	Summa	476 425 Ctr.
Und von Süden nach Norden	. . . . .	387 195 Ctr.

Wenn daher selbst eine Seil-Ebene mit correspondirenden Zügen nach Ulm hinab angelegt werden müfste, so würde die Last in beiden Fällen doch ziemlich ausgeglichen.

Vergleichung beider Eisenbahn-Linien
in staatswirthschaftlicher Hinsicht.

a) Filsthal-Albbahn nach Ulm.

Die Bewegung von Norden nach Süden ist	. . . .	625 217 Ctr.
– – – – – Süden nach Norden	. . . . .	684 140 –
	Summa	1 336 357 Ctr.

b) Rems-, Kocher-, Brenzthal-Bahn nach Ulm.

Die Bewegung von Norden nach Süden ist	. . . .	584 576 Ctr.
– – – – – Süden nach Norden	. . . . .	901 750 –
	Summa	1 486 326 Ctr.

Dazu kann man wohl für jedes der fünf nicht gezählten Jahre von 1836 bis 1841 noch 1 Procent hinzunehmen, um die sich der Verkehr durch Dampfschiffahrt und Eisenbahnen bereits erhöht hat; giebt 5 Procent	. . . . .	74 316 –
	Summa	1 560 642 Ctr.

Nehmen wir alle Verhältnisse No. II. zusammen, so hat die Rems-Kocher-Brenzbahn auch in commercieller und staatswirthschaftlicher Hinsicht den Vorzug. Denn es kommen

a) auf die Filsthal-Albbahn:

1) Reisende . . . . . 590 990 Personen.
2) Güter . . . . . 1 336 357 Centner.

b) Auf die Rems-Kocher-Brenzbahn:

1) Reisende . . . . . 703 646 Personen.
2) Güter . . . . . 1 560 642 Centner.

Wollte man befürchten, dafs den Staats-Hüttenwerken das Holz durch die Anlegung einer Bahn im Rems- und Brenzthale vertheuert werden würde, so wird dafür der Torf in den Niederungen der Donau oder im Donau-Moos mehr zum Hüttenbetrieb kommen; wie es anderswo schon der Fall ist. Im Gegentheil werden Holzvorräthe wohlfeiler herbeigeschafft und Erze und Eisen in gröfserer Menge abgesetzt werden können.

Der Personenverkehr läfst sich nicht wohl nach der jetzigen Frequenz, wohl aber nach der An- und Nebenwohnerzahl aproximativ ermitteln; nur müssen in vergleichenden Fällen dieselben Grundsätze beobachtet werden. Die Eisenbahnen bilden sich in zugänglichem Terrain von selbst den Verkehr; wie es so viele Bahnen beweisen, wo früher wöchentlich kaum einmal ein leerer Postwagen hin- und zurückfuhr. Ich zweifle nicht, dafs sich im schönen Württembergischen Lande der Verkehr noch viel höher herausstellen wird, als ich angenommen habe, weil der Postverkehr so sehr lebendig ist.

Gröfsere Fabriken befinden sich z. B. für:	*a.* an der Filsbahn:	*b.* an der Remsbahn:
Baumwollen-Fabrication	zu Berg, Cannstadt, Efslingen;	zu Berg, Cannstadt, Heidenheim und Herbrechtingen.
Türkischroth-Färbereien	zu Berg, Cannstadt, Efslingen, Göppingen;	zu Berg und Cannstadt.
Webereien	zu Cannstadt und Urspring;	zu Cannstadt u. Heidenheim. 1000 Stühle in Heidenheim.
Papier-Fabrication	zu Göppingen, Faurndan;	zu Heidenheim und Umgegend.
Gold- u. Bijouterie-Waaren	zu Stuttgart, Efslingen;	zu Stuttgart, Schorndorf Gmünd.

Eisenwerke	— — —	zu Wasseralfingen, Königsbronn, Unterkochen und Itzelberg.
Mechanische Werkstätten	zu Stuttgart, Cannstadt, Efslingen;	zu Stuttgart, Cannstadt, Heidenheim, Wasseralfingen.
Lackirte Blechwaaren	zu Stuttgart, Efslingen, Göppingen;	zu Stuttgart.
Glockengiefsereien	zu Stuttgart, Ulm;	zu Stuttgart, Ulm.
Messing-Waaren	zu Ulm;	zu Gmünd, Heidenheim, Ulm.
Ziegel u. Teichel-Fabrik	— — —	zu Waiblingen.
Holzhöfe	zu Stuttgart;	zu Stuttgart, Waiblingen.

Es möchte sich daher im Allgemeinen die Fabrication auf beiden Bahnlinien so ziemlich gleichstellen, weil bald der eine, bald der andere Zweig auf einer Linie überwiegend ist.

In dieser Art sind nun wohl alle staatswirthschaftlichen und commerciellen Verhältnisse beider Bahnlinien richtig gewürdigt, und deshalb die Bahn im Remsthal, aber auch nur in dieser Beziehung, vorläufig vorgezogen worden, weil die in Württemberg als richtig anerkannten Zahlen solche begünstigen.

Diese hier auf amtliche Zahlen und Erfahrungen bei bestehenden Eisenbahnen ***gestützte Berechnung*** werde ich so lange vertheidigen und als die richtige betrachten, bis mir durch ebenfalls officielle Zahlen und wahre Beobachtungen auf andern Eisenbahnen das Gegentheil davon bewiesen wird.

III. Mit Bezug auf die Terrainschwierigkeiten, nebst Erwähnung der Lage und Richtung jeder Linie.

a) Die Bahn durch das Filsthal über die Alb.

Dieselbe fängt, ebenso wie jene über die Höhe bei Cannstadt, bei Stuttgart an, entweder östlich oder westlich von der Stadt; und da die Schwierigkeiten hier für beide gleich sind, so wird keine besondere Rücksicht darauf zu nehmen sein.

Die Projecte, längs des Nesenbaches neben den Anlagen in oder vielmehr an die Stadt zu bauen, sind zwar die natürlichsten und am wenigsten kostspieligen, um ins Neckarthal zu gelangen; wenn man sich aber nicht ent-

schliefst, immerfort im Neckarthal nach Heilbronn zu bauen, um Ludwigsburg und von dort das Enzthal auf grofsem Umwege zu erreichen, so scheint der Vorschlag des Herrn Professors *Mährlen* der Prüfung werth, die andere Seite der Stadt für diesen Zweck zu untersuchen; vorausgesetzt, dafs sich der starke Verkehr mit Baden, welches bereits Eisenbahnen und Dampfschiffe in vollem Betriebe hat, durch Nordamerikanische Locomotiven oder geneigte Seil-Ebenen ohne stehende Maschinen befriedigen lasse. Dies wird um so eher der Fall sein, als von Baden aus über das Gebirge jedenfalls auch steile geneigte Ebenen, mit oder ohne Seilbetrieb (jedoch ohne stehende Maschinen) angelegt werden müssen, man mag über Durlach oder Bruchsal bauen. Die unnütze Bahnlänge und deren Anlage-Capital wird man gewifs auch dort vermeiden.

Dann mag man rechts oder links am Neckar hinaufbauen, so wird der Bahnhof an der Westseite auch der zweckmäfsigste sein. Eine genaue Erwägung aller Umstände, und besonders ein detaillirtes Höhennetz über die drei Städte Stuttgart, Cannstadt und Ludwigsburg, mit Umgegend, in den betreffenden Richtungen der Eisenbahnlinien, von wenigstens 150 zu 150 Fufs in jeder Richtung, was eine genaue Berechnung der Arbeiten in den die Untersuchung lohnenden Linien zuläfst, wird diesen schwierigen Punct allein vermitteln können.

In den Württembergischen Thälern ist es nicht genug, irgend eine Seite mit Bestimmtheit für die Bahnlinie festzustellen; es wird hier sehr nöthig sein, die Querprofile durch die Thäler von Thalwand zu Thalwand, bis zur geeigneten Höhe aufzunehmen, und zwar an schwierigen Stellen sehr nahe an einander, an den leichtern entfernter. Diese Untersuchung allein kann zu einer wohlfeilen und zweckmäfsigen Wahl und Ausführung leiten. Alle Inundationsverhältnisse bei Regengüssen und Thauwetter, und die dadurch herbeigeführten Beschädigungen werden dann gehörig zu beurtheilen sein.

Seil-Ebenen ohne stehende Maschinen werden sehr schnell befahren, und reichen auch bei dem stärksten Verkehr aus; wogegen starke Nordamerikanische Locomotiven bei grofsen Lasten stets Hülfs- und mehrere Reserve-Maschinen verlangen, die den Betrieb unnöthig vertheuern. Da eine blofse Rolle und ein Drathseil eben nicht theuer sind, so wäre vielleicht anzurathen, auch diese anzulegen, damit man die sich durch Erfahrung am wohlfeilsten herausstellende Betriebsmethode wählen könne.

Die kleinen Englischen Locomotiven mit eilfzölligen Cylindern haben bis jetzt im schwierigen Terrain schon viel Geld gekostet, und dazu beigetragen, dafs viele Bahnen so schlecht rentiren.

Der Grundsatz steht jetzt aber fest: ***Man baue die Bahnen nach dem Terrain, und die Locomotiven nach der Bahn, und passe nicht umgekehrt das Terrain der Bahn und die Bahn den Locomotiven an.***

Der Englische Nationalstolz sträubt sich in den kleineren Ingenieurs (d. h. solchen, die viel Geld bedürfen, um geringe Zwecke zu erreichen) gegen Anerkennung dieses Princips und der damit enge verbundenen Amerikanischen Locomotiven und Wagen; aber die gröfsern Ingenieurs verläugnen als wahre Ehrenmänner auch diesen Stolz und huldigen der Wahrheit.

Will man die Passage bei Berg nicht unterbrechen, so scheint es, als wäre der Vorschlag des Herrn Professors ***Mährlen,*** auf dem rechten Neckar- und Fils-Ufer bis oberhalb Göppingen zu bauen, angemessen; denn es ist wirklich wenig Raum vorhanden, welchen nicht das Schlofs Rosenstein mit seinen Anlagen und der Weiler Berg und die Neckar-Insel einnähmen. Eine specielle Besichtigung des Terrains hat mich davon überzeugt, und eine detaillirte Prüfung wird das Erforderliche lehren.

Dem sei, wie ihm wolle, ich werde annehmen, es sei über den Neckar gebaut, und der Cannstadter Bahnhof hinter der Stadt, zwischen Bad, Uffkirche und dem Neckar so angelegt worden, dafs man von dort, sowohl das Filsthal hinauf, als über den Berg nach Waiblingen und nach Ludwigsburg gelangen, auch mit dem Neckar durch einen Schienenweg communiciren könne; welches Letztere für den Gütertransport vom Neckar auf die Bahn wesentlich sein möchte. Eine kurze Bahn läfst sich leicht vom Bahnhof aus zu diesem Zwecke an den Neckar legen, und ein Quai und einige unbewegliche und bewegliche Krahnen lassen sich daselbst errichten.

Was die Schwierigkeiten des Baues im Neckarthale betrifft, so sind sie wohl ziemlich gleich auf beiden Seiten. Sollten aber die Überschwemmungen, wie man behauptet, auf dem linken Ufer stärker wirken, als auf dem rechten, so ist das rechte gewifs vorzuziehen. Man hat aufserdem auch nur eine Brücke über den Neckar zu bauen, um alle Richtungen der Bahn im Neckar-, Fils- und Remsthale (selbst wenn in letzterem blofs eine Zweigbahn angelegt werden sollte, die gar nicht ausbleiben kann), wie auch über die Höhe nach Ludwigsburg zu verfolgen, weil sich die Vereinigung des ganzen Verkehrs im geräumigen Centralbahnhofe zu Cannstadt finden würde.

Ich werde, um nicht zu kurze Entfernungen zu berechnen, den Bahnhof zu Stuttgart in jedem Falle, man möge bauen wie man wolle, eine Stunde von jenem zu Cannstadt entfernt annehmen.

Diese Stunde kostet wegen der Neckarbrücke und der Theurung des Grundes und Bodens für jede Bahnrichtung gleich viel, aber wenigstens 800 000 Gulden, inclusive der Brücken, Futtermauern etc.; und es möchte diese Summe wohl nur eben ausreichen, weil hier jedenfalls die Doppelbahn gleich mit angelegt werden mufs, indem sich hier der Gesammtverkehr concentrirt, und auch der Schönheit wegen etwas gethan werden mufs.

Der Lauf der Bahn von Ulm bis Stuttgart über die Alb wird sich wie folgt darstellen lassen; und zwar je nachdem man die in der Kammer vorgeschlagene Linie wählt, oder verläfst.

Erste Stunde. Ganz im Blauthale ist wegen der Bahnhofs-Anlagen, Festungswerke etc., die einfache Bahn, Tunnels, Brücken, Durchlässe, geneigte Ebenen, jedoch für die Doppelbahn gleich eingerichtet, schwierig und kostbar.

Zweite Stunde. Im Blauthale und dem Mähringer Grunde oder dem Schammenthale beinahe unausführbar, wegen zu steiler Curven.

Dritte Stunde. Ganz in dem Mähringer Grunde; wegen der Schwierigkeit, gute Krümmungen zu erhalten, wegen der Einschnitte, Dämme und Durchlässe sehr kostspielig. Zu einer guten Krümmung ist das Thal überdies nicht weit genug.

Vierte Stunde im Schammenthale und Blauthale, bis in das Kiesenthal oder das Bollinger Thal, ebenfalls schwierig und kostspielig, wegen der Felsen.

Fünfte Stunde durch das Kiesenthal, oder bis Bollingen und Böttingen, wo wegen einer Reihe von Tunnels, Viaducten, Einschnitten etc., bei Klingenstein gegenüber eine schlechte Curve von bedeutender Länge nothwendig entstehen mufs, ist aufserordentlich schwierig. Betrachtet man diese ganze Länge von 5 Stunden, so sieht man zuerst, dafs keine einzige Stadt, kein Dorf etc. mit Bequemlichkeit an die Bahn würde gelangen können; so dafs man blofs fährt, um die Höhe zu erreichen. Wäre diese nun mit dem Gefälle 1 auf 150 erreicht worden, so liefse sich die Wahl der Linie noch allenfalls entschuldigen, aber man ist nur erst dahin gelangt, ***in den Berg*** und nicht ***über*** denselben zu fahren.

Sechste Stunde, durch den Wasserscheider bei Tomerdingen, absteigend bis ins Denkenthal, so dafs die alte Landstrafse von Ulm über die Alb gar nicht berührt wird, worauf man doch in den Kammern so grofses Gewicht legte. Hier würde der Bau schwierig, kostspielig und sehr zeitraubend werden.

Siebente Stunde, an dem Gasthof zum goldnen Hirsch an der Landstrafse vorüber, (der seinen Erwerb sicher verliert, weil man dort keine Station

anlegen kann,) und dann bei Hinter-Denkenthal vorbei bis Westerstetten ins Lonethal und auf der Höhe am rechten Lonethal-Gehänge.

Die Arbeiten sind hier wegen der Felsen und der in denselben einschneidenden Curven sehr schwierig und kostspielig.

Dann wird also zuerst in der *achten Stunde* ein Bahnhof angelegt werden können, der übrigens auch bei Lonesee seine Stelle finden kann.

Variationen der hier beschriebenen Linie sind folgende, welche alle viel weniger Kosten verursachen, aber dafür auch ganz steile Steigungen haben.

Erste Variation.

Von Ulm mit starker Steigung westlich des Michelsberges aufwärts, bis man die Höhe zwischen Jungingen und Lehr erreicht; dann mit abwechselnden Einschnitten, Dämmen, Brücken, bis zur Wasserscheide bei Tomerdingen und durch einen Einschnitt und vielleicht einen kürzeren Tunnel ebenfalls ins Denkenthal bis Westerstetten hinabsteigend.

Die Länge würde hier sein:

Erste Stunde von dem Bahnhofe im Blauthale zu Ulm bis in die Höhe von Lehr.

Zweite Stunde bis in die Höhe von Dornstadt.

Dritte Stunde bis oberhalb Böttingen an den Einschnitt und Tunnel bei Tomerdingen.

Vierte Stunde genau mit der sechsten Stunde der in den Kammern berathenen Linien zusammentreffend; also 2 Stunden kürzer.

Fünfte Stunde bis in die Nähe von Westerstetten, ganz mit der siebenten Stunde der Ständeversammlungslinie zusammenfallend.

Zweite Variation.

Von Ulm durch das Blauthal, das Schammenthal, bei Mähringen und Dornstadt vorüber, bis zum Wasserscheider bei Tomerdingen; von dort mit Einschnitt und kurzem Tunnel ins Denkenthal bis Westerstetten. Hier würden 2 Stunden Wegelänge weniger entstehen.

Erste Stunde bis oberhalb Söflingen im Blauthale.

Zweite Stunde durch das Schammenthal in die Nähe von Mähringen.

Dritte Stunde bis in das Thal von Dornstadt; schwierige Arbeiten.

Vierte Stunde bis an den Wasserscheider bei Tomerdingen.

Fünfte Stunde bis an das Wirthshaus zum goldnen Hirsch im Denkenthal, durch den Berg; mit Einschnitten und vielleicht Tunnel. Die Steigungen würden theilweise, dem Terrain gemäfs, steil werden.

Sechste Stunde bis zur Taubblind-Mühle bei Westerstetten; schwieriges Terrain, wenn man ganz gute Krümmungen verlangt.

Dritte Variation.

Von Ulm durch das Blauthal und Kiesenthal über Tomerdingen bis Westerstetten.

Die ***erste Stunde*** bis oberhalb Söflingen; gerade wie die ursprüngliche.

Die ***zweite Stunde*** fällt bis ins erste Project oder jenes der Kammer mit der vierten Stunde auf denselben Endpunct, oder erspart 2 Stunden und hat bessere Krümmungen.

Dritte Stunde bis oberhalb Bollingen bei Böttigen, steiler hinauf, um tiefe Einschnitte und lange Tunnels zu vermeiden.

Vierte Stunde Einschnitt und vielleicht kürzerer Tunnel bei Tomerdingen.

Fünfte Stunde durch das Denkenthal.

Sechste Stunde bis in die Nähe von Westerstetten.

Jetzt will ich das Project von Westerstetten bis ins Thierbachthal verfolgen, wo sich ebenfalls von der Steigmühle bis Kuchen und Altenstadt unterhalb Geifslingen mehrere Variationen annehmen lassen.

Achte Stunde des ständischen Projects, von Westerstetten bis oberhalb Holzhausen an der Lone. Immer auf den Gehängen; also schwieriges Terrain, was guter Krümmungen wegen Dämme, Einschnitte, Brücken, Durchlässe etc. haben mufs.

Neunte Stunde bis in das Thal oberhalb Urspring bei Lonesee vorüber.

Zehnte Stunde, wie in der achten Stunde, bis in die Nähe des Steighofes günstiges Terrain, mit Ausnahme des kurzen Tunnels oder Einschnittes in der Kohlenhalde.

Eilfte Station bis Roggenstein am Steighofe und der Steigmühle vorbei durch das Thierbachthal.

Unterirdische Strecke und auf steilen Gehängen. Viaducte, viele Wasser-Durchlässe und wahrscheinlich Wasserquellen, unganzes Gestein und viele unvorhergesehene Schwierigkeiten zu überwinden. Schnee und Glatt-Eis im Winter, Regenströme im Sommer zu berücksichtigen.

Dabei läfst sich nicht berechnen und voraussehen, wie man das Baumaterial auf die steilen Abhänge bringen will. Es ist nicht wie bei einem gewöhnlichen Chausséebau, wo man sich immer Gelegenheit verschaffen kann, das Baumaterial zu den kleinen Brücken und Durchlässen herbeizubringen, nachdem der Strafsenkörper fahrbar wurde. Die tiefen Einschnitte, die hohen Dämme der Eisenbahn

lassen dies Verfahren nicht zu, weil man sonst gar nicht fertig werden würde. Der Bau über die Alb wird sicher 6 bis 7 Jahre erfordern, wogegen jener durch das Remsthal jedenfalls in 2½ bis 3 Jahren vollendet sein wird. Deshalb kann auf der Alb weniger Ökonomie eintreten, als auf der Thalsohle der Rems und Brenz.

Unsere Chaussée-Baumeister haben sich deshalb im Gebirge immer noch nicht als gute Eisenbahn-Ingenieurs erwiesen, weil sie diese Umstände eben so wenig berücksichtigten, als den Umstand, dafs man die Arbeiter in unzugänglichen Bergen theuerer bezahlen mufs und wegen schlechten Wetters viel mehr Nichtarbeitstage hat, als im Thale. Dies ist der Schlüssel zu der Vertheurung der Rheinischen und der Düsseldorf-Elberfelder Eisenbahn. Meistens wird man am besten thun, die Arbeiter in den Gebirgen in Baracken unterzubringen und sie selbst zu verpflegen, zu kleiden etc.

Zwölfte Stunde bis in die Nähe von Überkingen, an den Gehängen des Geiselsteins, der Schildwach und des Kahlensteins vorüber; ebenfalls grofse Schwierigkeiten, durch das zerklüftete Oolithgestein und die Abhänge, wo Bergköpfe, Mergelschichten und Felsenmassen einstürzen können.

Dreizehnte Stunde bis in die Nähe von Hausen, der Jungfrau gegenüber, über Bäche durch Schluchten und Rücken, in einem Terrain, welches sehr unsicher ist.

Vierzehnte Stunde bis zu dem niedlichen Dörfchen Reichenbach, welches von lauter Weifsbindern bewohnt sein soll, über sehr quellige Abhänge und eine frühere Abgleitung unterhalb der Gaisburg (dergleichen sich viele ereignen können, wenn man anfängt, am Gehänge der Berge zu graben), durch das Filsthal auf Dämmen und Brücken, an der sogenannten Pulvermühle vorbei (die aber Mehl liefert, wie der mit Mehl bestäubte Müller anzeigte), oben auf der linken Thalwand der Fils.

Fünfzehnte Stunde bis abermals Hausen unter dem Sattel zwischen dem Weigoldsberge und dem Hartberge in tiefem Einschnitt und Tunnel hindurch, so dafs Böhringen oberhalb liegen bleibt.

Sechszehnte Stunde bis auf den Abhang des Altenstädter Berges über die Abgleitung der Bergtrümmer bei Hausen an der Jungfrau; also sehr schwieriges Terrain.

Siebenzehnte Stunde bis in die Gegend von Kuchen und Altenstadt; weniger schwieriges Terrain; nur dadurch erschwert, dafs man eine gute Krümmung bei Altenstadt zu erreichen suchen mufs.

Diese Strecke vom Steighof nach Kuchen wird besonders theuer zu

veranschlagen sein, weil man die Abhänge mit keinem Fuhrwerk erreichen kann, so dafs der Transport hier zehnfach bezahlt werden mufs, um Tunnels, Viaducte und eine unzählige Menge Wasserdurchlässe zu erbauen, bevor man Einschnitte und Dämme fertig machen kann. Seitengräben, Dohlen etc. werden viel Geld kosten; das Gestein kann sehr ungünstig sein, Bergstürze können vorkommen, Quellen sich in die Arbeiten ergiefsen etc.

Erste Variation.

Übereinstimmend; mit kürzern Distanzen, steilern Steigungen und etwas weniger Kosten. Vom Steighof bis Reichenbach.

Eilfte, zwölfte, dreizehnte, vierzehnte Stunde zusammenfallend und mit einem Bahnhof zu Reichenbach (wie man sagt von Herrn *Negrelli* vorgeschlagen). Hier sind dieselben Schwierigkeiten zu überwinden und dieselben Gefahren zu beseitigen; der Weigoldsberg wird aber gänzlich umgangen und nicht durchbrochen; auf dem linken Thalgehänge wird herabgestiegen, das Röhrbachthal mit Damm und Brücke durchzogen und an den Abhängen bis Kuchen, jedoch etwas niedriger, fortgegangen, bis zwischen Altenstadt und Kuchen.

Funfzehnte Stunde bis an den Abhang des Michelsberges auf dem Gehänge des Weigoldsberges über den Röhrbach, bei Haufsen vorüber und über die Abgleitung unterhalb Haufsen.

Sechszehnte Stunde bis Altenstadt bei der Ziegelhütte über die schwierigen Gehänge der Jungfrau, des Altenstädter Berges etc.

Sechszehnte und drei Viertelstunde mit der frühern Kammerbahn am 17. Stundenstein zusammenfallend, so dafs diese Variation einen $\frac{1}{4}$ Stunde kürzern Weg geben müfste.

Zweite Variation.

Noch kürzere Distanzen und steilere Steigungen für den Locomotivbetrieb.

Eilfte Stunde vom Steighof bis Roggensteig; nur gleich etwas tiefer ins Thierbachthal hinabzusteigen; dann bis in einen Bahnhof bei Überkingen in gerader oder krummer Linie, und von dort auf Altenstadt und Kuchen tiefer an den Abhängen herunterzusteigen; Damm und Brücke über das Filsthal sind nicht zu beträchtlich; der Tunnel in der Thierhalde vielleicht sehr verkürzt und der Viaduct unterhalb Wittlingen an Höhe und Länge verringert.

Zwölfte Stunde bis unterhalb des Kahlensteins, über die Gehänge des Geifselsteins, der Schildwach, des Kahlensteins; viele Einschnitte, Wasser-Ableitungen etc.

Dreizehnte Stunde bis in die Nähe von Altenstadt in den Bahnhof bei

dem Bade Überkingen, aus demselben heraus über den Filsbach und dessen linke Thalwand.

Vierzehnte Stunde bis zur *siebenzehnten* Stunde der Kammernlinie. so dafs sich beide Linien dort vereinigen.

Dritte Variation.

Vom Steighof bis Roggenstein in einer geneigten Seil-Ebene ohne stehende Maschine (nach meinem in Düsseldorf in voller Wirkung befindlichen Systeme) in einen Bahnhof bei Geifslingen, entweder unterhalb des öden Thurmes, oder auf der andern Seite der Stadt, und von dort mit einer etwas steilen Ebene nach Altenstadt oder Kuchen.

Dieses Project, welches einer sorgfältigen Prüfung zu unterwerfen ist, scheint mir in Verbindung mit einer Variation bei Ulm für den Alb-Übergang das zweckmäfsigste.

Eilfte Stunde vom Steighof durch das Thierbachthal bis Roggensteig an der Steigmühle und der Schimmelmühle vorüber mit einer niedrigen Brücke über die Schlucht unterhalb Witlingen.

Zwölfte Stunde bis unterhalb Altenstadt über das Gehänge der Schildwache oder des öden Thurmes, mit ziemlichem Falle über den Filsbach, mit Damm und Brücke.

Zwölfte und eine halbe bis zur *siebenten Stunde* der Linie der Ständeversammlungen, um die Gehänge des Altenstadter Berges hinweg, durch das Seethal am Fufse des Spitzenberges bis in die Thal-Ebene. Dieser Weg wird gegen das frühere officielle Project um $3\frac{1}{2}$ Stunde verkürzt und spart dadurch viele Millionen Gulden.

Um von Ulm aus die Alb zu übersteigen, möchten sich durch geeignete Nivellements noch mehrere Variationen, um bis ins Lonethal zu gelangen, ergeben, so dafs vielleicht der Tunnel bei Tomerdingen vermieden werden könnte. Diese kann ich aber ohne Nivellements nicht angeben.

Die übrige Strecke der officiellen Linie in der Ebene des Fils- und Neckarthals ist von der

achtzehnten bis zur *einundzwanzigsten Stunde* sehr günstig, also 4 Stunden weit.

Von hier aus wird das Terrain schwieriger; man mufs theilweise wieder auf die Gehänge des linken oder rechten Fils-Ufers gehen und dort einschneiden, in die Lias- und Keuperbildungen, die hier beide schlecht zu bearbeitende Mergelschichten haben.

Die Stunde ist folglich theurer zu veranschlagen, weil man nicht mit Fuhrwerk so leicht in die Bahnlinie gelangen kann.

Von der ***einundzwanzigsten Stunde*** bis Plochingen dauert dies fort; also bis inclusive der Neckarbrücke.

Von der ***sechsundzwanzigsten Stunde*** bis zur Station bei Cannstadt oder bis ans Ende der 31sten Stunde möchten sich auf beiden Ufern weniger Schwierigkeiten finden; deshalb würde diese Strecke von 5 Stunden mit geringeren Mitteln herzustellen sein.

Am 27ten Juni erlaubte mir der Königl. Ober-Baurath ***von Bühler*** eine flüchtige Einsicht der Plane und Profile der Linie von Ulm über die Alb nach Cannstadt auf dem linken Fils- und Neckar-Ufer, und ich sah dadurch seine Aussage bestätigt, dafs alle Linien corrigirt, reformirt und verändert werden, um das Richtige herauszufinden.

Die mühevollen Arbeiten, die dieser Herr selbst fertigt und fertigen läfst, haben deshalb einen grofsen Werth für die genaue Ermittlung einer künftigen Linie über die Alb, und es ist ihm gewifs nicht zu verdenken, wenn er als Regierungsbeamter die gesetzlich festgestellte Linie allein in jeder Beziehung zu corrigiren und zu reformiren sucht; sei es auch, dafs das Gesetz auf Grundlagen gestützt wäre, die durch Thatbestände modificirt werden könnten.

Mir als Techniker wird der Wunsch jedoch nicht übel gedeutet werden, dafs auch die Linie von Cannstadt durch das Rems-, Kocher- und Brenzthal einer ebenso sorgfältigen Untersuchung nochmals unterworfen werden möchte, weil man dort, wo man an vielen Stellen nur die Seitengräben zu machen und die Schienen zu legen hat, gewifs auch noch günstigere Terrain-Abschnitte finden würde, um die Bahn wohlfeiler zu erbauen. Kürzer wird sie schon jedenfalls dadurch werden, wenn man sie über die Höhe bei Cannstadt und Waiblingen entweder mit Serpentinen oder auf einer Seil-Ebene ohne stehende Maschine führt. Auch hier ist es nöthig, Querprofile in geeigneten Entfernungen von Thalwand zu Thalwand aufzunehmen, um die günstigste Linie zu ermitteln.

Man wird es mir ferner nicht verdenken, wenn ich mich über alle Parthei-Ansichten von Privatpersonen und über jede andere Rücksicht hinwegsetze und keine Schwierigkeit, keinen Vortheil oder Nachtheil einer der beiden Concurrenz-Linien unberücksichtigt lasse (in irgend einer Beziehung), sondern die aus meiner innern Überzeugung fliefsenden Mittel und Wege angebe, die Linien zu einer wohlfeilen Construction und zu einem guten nützlichen Betriebe zurückzuführen.

Dafs der Herr Ober-Baurath ***v. Bühler*** mit der innern Überzeugung einer Correctur von der Besichtigung und dem Studium sehr schwieriger Eisenbahnen zurückgekehrt ist und sich der Reform der frühern Bau-Entwürfe so ernstlich widmet, mufs von jedem verständigen Techniker höchlichst gebilligt werden. Derselbe sieht gewifs eben so wie ich selbst ein, dafs derjenige Eisenbahn-Erbauer der beste ist, der mit den geringsten Mitteln das vorgesetzte Ziel am vollkommensten und sichersten erreicht; was die Welt und die Zeitungen, Bücher etc. auch im Gegentheil darüber sagen mögen.

Die Linie über das Rems- und Brenzthal ist mir bis heute im Plane oder Profile zu sehen nicht gestattet worden; jedoch habe ich bei meiner viertägigen Untersuchung dieser Gegend auch die dortigen Schwierigkeiten so kennen gelernt, dafs ich im Stande bin, auch ohne diese Hülfsmittel fertig zu werden.

Am 29. Juni erbat ich mir eine Audienz bei Sr. Excellenz dem Herrn Minister des Innern ***v. Schlayer*** und erhielt von Hochdemselben die Zusage, dafs mir der Herr Oberbaurath ***v. Bühler*** alle Zeichnungen und Veranschlagungen der beiden Concurrenzlinien zur Einsicht und zur Notizen-Entnahme mittheilen sollte; so dafs mir das mühevolle Geschäft der Beurtheilung des Kostenpunctes erleichtert werde. Morgen früh werde ich deshalb nochmals das technische Eisenbahn-Bureau besuchen.

Die verschiedenen Längen der Bahnlinien über die Alb von Ulm bis Stuttgart sind ungefähr folgende:

a) Die officielle Linie, welche von den Kammern genehmigt wurde, kaum 31 Stunden (nach meiner Ausmessung auf dem Plane circa 32 Stunden, so dafs ich glaube, die Linie durch das Brenz-, Kocher- und Remsthal werde sich auf 36 oder 37 Stunden herausstellen).

b) Erste Variation von Ulm aus, in Verbindung mit der Linie über Reichenbach durch den Weigoldsberg, 29 Stunden.

Zweite Variation von Ulm aus, in Verbindung mit derselben Linie, ebenfalls 29 Stunden.

Dritte Variation desgleichen 29 Stunden.

c) Erste, zweite und dritte Variation bei Ulm, in Verbindung mit der ersten Variation über die Steigmühle nach Reichenbach, ohne Durchbruch des Weigoldsberges, $28\frac{3}{4}$ Stunden.

d) Erste, zweite und dritte Variation bei Ulm, in Verbindung mit der zweiten Variation zu Geifslingen, nemlich mit Verlegung des Bahnhofs nach Überkingen, 26 Stunden.

e) Erste, zweite und dritte Variation bei Ulm, mit der dritten Variation zu Geifslingen, nemlich mit geneigter Seil-Ebene, ohne stehende Maschine, von bedeutender Länge und Höhe, einem Bahnhofe zu Geifslingen, wie auch starker Ansteigung von Altstadt bis in den Bahnhof zu Geifslingen, $24\frac{1}{2}$ Stunden.

In Bezug auf die Länge scheint die Linie (*e*) die vorzüglichste zu sein, aber wegen steiler Steigungen ist sie die unbequemste; besonders für Truppenbewegungen; zugleich die gefährlichste im Betriebe, und diejenige, welche die längste Bauzeit erfordern und Strecke um Strecke die gröfsten Kosten verursachen würde; was sich jedoch erst im IV. Abschnitte vollständig entwickeln lassen wird, wo ich mich bemühen werde, alle Schwierigkeiten gehörig zu prüfen und in Anrechnung zu bringen; so wie alle Vortheile.

b) Bahn durch das Brenz-, Kocher- und Remsthal, über die Höhe bei Cannstadt.

Der Bahnhof zu Ulm wird, wie bei der andern Bahn durch das Filsthal geschah, zwischen der Stadt und dem Michelsberge, und zwar auf derselben Stelle angenommen, so dafs er mit den Festungswerken in keinen Conflict geräth, dafs die Passagiere bequem durch eines der Thore in die Stadt gelangen können, und dafs aufserdem, im Einverstände mit dem Herrn Festungs-Director, Major ***von Prittwitz,*** die Fortsetzung der Bahn bis zum Bodensee nach den Rayon-Gesetzen der Bundesfestungen möglich ist.

Diesem geehrten Herrn, der vor 20 Jahren bei dem Bau der Festung Coblenz angestellt war, und der dort wichtige Festungsbauten ausführte, wie ich selbst damals auch, verdanke ich durch dessen Freundlichkeit und persönliche Opfer viele Aufschlüsse über die Terrainverhältnisse bei Ulm und über die Schwierigkeit grofsartiger Arbeiten auf dem südlichem Gehänge der Alb und in ihren Thälern. Derselbe hat bekanntlich in Posen und anderswo die schwebenden Eisenbahnen, die Herr ***Palmer*** in England zuerst vorschlug, so vervollkommnet und wesentlich verbessert, dafs man Personen und Güter durch Pferdekraft darauf mit Vortheil bewegen kann. Es sind dies die möglich-wohlfeilsten Bahnen, und welche grofse Ökonomie bei Bau-Anlagen im Transporte des rohen Materials gewähren. Es ist vorauszusehen, dafs die Zeit kommen wird, wo die jetzt zu erbauenden Staatsbahnen gröfsere Zweigbahnen und diese wieder Nebenzweigbahnen erhalten müssen; wie ehemals die Chausséen Vicinal- und Communalwege hervorgerufen haben. Das System

des Herrn ***von Prittwitz*** wird dann vielleicht alle Nebenzweigbahnen bilden, weil es für jede kleinere Stadt, jede Commune, für Torfstiche, Hüttenwerke, Fabriken und Bergwerke benutzt werden kann, und zwar hauptsächlich, weil eine Stunde Weges dieser Bahnen für 20 bis 30 000 Gulden herzustellen ist. Da, wo ein lohnender Verkehr besteht, oder durch dieselben hervorgerufen wird, werden in höchstens 10 Jahren ihre Baukosten amortisirt, d. h. die Bahn wird in diesem Zeitraume bezahlt sein. Seine zweirädrigen Transportwagen scheinen sehr zweckmäfsig.

Diese Bemerkung glaube ich dem Herrn ***von Prittwitz*** schuldig zu sein, um zu zeigen, welchen hohen Werth ich auf dessen mir gegebene Aufschlüsse lege, und wie dankbar ich demselben für seine freundliche Güte verpflichtet bin.

Seine Ansicht vereinigt sich hier vollkommen mit der meinigen, in folgenden Stücken.

1) Wenn über die Alb gebaut wird, so kann die frühere officielle Linie nicht zur Ausführung kommen, und man wird besser vom Donauthale aus schnell die Alb zu ersteigen suchen und sich auf der Höhe halten müssen, um dann auf der andern Seite schnell wieder hinabzusteigen und die Sohle des Filsthales zu erreichen; welcher Ansicht auch der Herr Oberbaurath ***v. Bühler*** beigetreten zu sein scheint; wie es dessen gegenwärtige Corrections- oder Reformations-Arbeiten der verschiedenen Linien beweisen.
2) Dafs es in strategischer Beziehung höchst wichtig sei, wenn die Eisenbahn innerhalb des Bayerischen Gebietes auf dem linken Donau-Ufer, von Ingolstadt bis Ulm gebaut würde.

Ich werde nun bei dieser Linie ebenso gewissenhaft treu und wahr alle Schwierigkeiten der Bahn hervorheben, wie ich es bei der Bahnlinie über die Alb gethan habe.

Erste Stunde, von Ulm bis in die Gegend von Böfingen im Donauthale, längs den Berg-Abhängen, über die untere Bleiche, in einer Ecke; dann auf den Abhängen, welchen sich die Donau hier stets nähert. Die Schwierigkeiten sind im Festungs-Rayon und an den Gehängen eben so grofs, wie auf der ersten Stunde der Filsbahn von hier aus.

Zweite Stunde, bis zwischen Thailfingen und Ober-Elchingen, immer im Donauthale, an den Gehängen scharf längs der Donau, wovon $\frac{3}{8}$ auf Würtembergisches und $\frac{5}{8}$ auf Bayerisches Gebiet fallen.

Dritte Stunde, bis bei Nieder-Elchingen, ganz auf Bayerischem Gebiete, über den Mühl-Augraben weg, mit Vermeidung des Ried, weshalb sich

die Bahn hier nördlich gegen Langenau wendet, um sich von dort aus immer auf dem Gehänge zu halten.

Vierte Stunde, bis an die Anhaltstelle oder den Nebenbahnhof bei Langenau, in welchem die Bewohner von Ober- und Unter-Elchingen, Göttingen, Albeck, Hörvelsingen, Bernstatt, Osterstetten, Öllingen, Setzingen, Langenau etc. Gelegenheit finden, sich selbst, ihre Producte und Fabricate auf die Eisenbahn zu bringen.

Die Bahn überschreitet hier die Niederung des Schammenbaches, und hält sich so auf den Höhen, dafs meistens nur die Seitengräben, kleine Einstiche und kleine Dämme von 1 bis 6 Fufs vorkommen können.

Eine Variation dieser Linie könnte nur folgende sein, im Fall man nicht auf Bayerisches Gebiet gehen wollte, was in jedem Falle vorzuziehen sein möchte.

Vom Bahnhof zu Ulm durch das Örlinger Thal und Ober-Haslach, durch die Hoch-Ebene, mit schwierigen Erd-Arbeiten im Örlinger Thale, einem Durchstich und vielleicht kurzem Tunnel, starker Steigung bei St. Moritz vorbei in das Thal von Witthau und St. Nicolaus, das Flötzthal bei Albeck vorbei, im Flötzthale, bis in die Station zu Langenau, wo beide Linien sich vereinigen. Die Arbeiten sind beim Herabsteigen am schwierigsten in dem Felsenthale bei Witthau; dann sind sie noch etwas ungünstig bis östlich von Albeck.

Beim Aufsteigen sind sie sehr schwierig am Fufse des Michelsberges, und kostspielig wegen Ableitung des Gebirgswassers im Örtlinger Grunde. Am kostspieligsten wird der Durchstich (vielleicht ein Tunnel) in der Hoch-Ebene bei Haslach.

Gern hätte ich hier ein specielles Nivellement zu Grunde gelegt: aber es fehlt theils gegenwärtig an tüchtigen Geometern, die unbeschäftigt sind, theils scheinen deren Herren Vorgesetzten ängstlich zu sein, ihnen die Erlaubnifs zur Arbeit zu ertheilen; wie dies namentlich mit dem Oberamts-Geometer zu Aalen der Fall gewesen ist, der die Wasserscheide am Blümle und die Strafse über die Kocher-Wasserscheide zu nivelliren versprochen hatte. Bei mehreren andern, die darum ersucht wurden, scheinen sich ebenfalls Bedenken gefunden zu haben. Auf diese Weise wird es mir unmöglich gemacht, die Aufgabe so zu lösen, wie ich es der Wichtigkeit der Sache wegen wohl gewünscht hätte.

Erste Stunde vom Bahnhof zu Ulm, einschliefslich der Bahnhofs-Anlagen und der Arbeiten im Festungs-Rayon bis Örlingen, sind Durchlässe zu

bauen, Bergköpfe zu durchbrechen und Dämme anzuschütten, um eine gute Steigung und eine brauchbare Linie zu erlangen.

Zweite Stunde, bis in die Gegend von St. Moritz. Durchbrechen von weniger steilen Felsenparthieen, theilweise auf dem gewachsenen Boden, Durchlässe zu bauen, Dämme anzuschütten; Einschnitt und vielleicht Tunnel in der Gegend von Ober-Haslach.

Dritte Stunde, bis Albeck, durch das Thal bei St. Moritz bei Witthau und bei St. Nicolaus. Einschnitte, Dämme, Wasserdurchlässe etc. bilden hier schwierige Arbeiten; namentlich bei der sogenannten Laushalde und den dort befindlichen Bergköpfen.

Vierte Stunde, von Albeck bis östlich von Langenau, wo der Bahnhof angelegt werden könnte. Hier sind die Arbeiten nicht mehr schwierig; nur sind einige Brücken und Wasserdurchlässe anzulegen, und die Chanssée ist entweder im Niveau zu überschreiten, oder zu überbrücken.

Vier und drei Viertelstunde, bis zur Vereinigung mit der Thalbahn. Sehr günstiges Terrain.

Diese Variation würde des Bayerischen Gebietes wegen eine $\frac{3}{4}$ Stunden längere Bahnlinie erfordern und folglich in jeder Beziehung kostspieliger werden als die Linie auf dem Gehänge im Donauthale selbst, wo zwei Stunden lang über Bayerisches Gebiet gebaut werden müfste.

Fünfte Stunde der Thallinie, bis in die Gegend unterhalb Ramningen; sehr günstiges Terrain.

Sechste Stunde reicht bis zwischen Asselfingen und Osterstotzingen; ebenfalls auf sehr gutem Terrain.

Siebente Stunde, bis jenseits Niederstotzingen über den Schwetzgraben; sehr günstig.

Achte Stunde, bis zwischen Brenz und Bergenweiler. Die Station ist zu Sontheim, westlich auf der kleinen Anhöhe, um das Auffahren und Abfahren zu erleichtern, welche Einrichtung so viel als möglich auf jeder Station zu treffen ist.

Neunte Stunde, bis Hermaringen; die Brenz ist zu überbrücken und an einigen Stellen zu durchstechen, um dem Osterried und dem Torfstich auszuweichen.

Zehnte Stunde, bis Giengen, in die Station und dann weiter bis jenseit dieser Stadt. Das Terrain ist schwieriger, und bei Giengen sind am Abhang einige schlechte Häuser abzubrechen.

Eilfte Stunde, bis Herbrechtingen und bis zur Brenz daselbst, mit zwei kleinen Correctionen der Brenz, wegen guter Bogen oder Curven.

Zwölfte Stunde reicht bis zwischen Bolheim und Mergelstetten. Hier sind eine Brücke über die Brenz und schwierige Strecken längs des Ufers der Brenz an den Gehängen des Wartberges zu bauen; so wie ein Durchstich von geringer, etwa 25 Fufs Tiefe, wenn man eine Anhaltstelle für die umliegenden Ortschaften daselbst anlegt.

Dreizehnte Stunde geht bis in die Station von Heidenheim und hat keine grofsen Schwierigkeiten; blofs zwei Brücken über die Brenz; vielleicht einige kostbare Grundstücke sind zu überschreiten.

Vierzehnte Stunde, bis Schnaitheim, über die Seewiesen, die aber nur durch Steinlagen und Walk-Erde oder andere Mergelschichten gebildet sind und deshalb wenig Schwierigkeiten verursachen.

Funfzehnte Stunde bis in die Nähe von Itzelberg, in günstigem Terrain, mit Ausnahme bei Schnaitheim und Aufhausen, wo kleine flache Gehänge zu durchstechen sind.

Sechszehnte Stunde, von Itzelberg durch Königsbronn, woselbst ein Bahnhof anzulegen ist, bis in die Nähe der Ziegelei; immer noch auf gutem Terrain; was von Ulm aus stets sehr gute Steigungen zuläfst.

Siebenzehnte Stunde, bis in die Nähe von Oberkochen, am Kocher-Ursprung vorbei, mit einem etwa 15 bis 20 Fufs tiefen Einschnitte, den die erhöhte Lage des Bahnhofs zu Königsbronn bedeutend reducirt.

Achtzehnte Stunde reicht bis etwa eine Viertelstunde oberhalb Oberkochen; das Terrain ist sehr günstig und fest.

Neunzehnte Stunde, bis in den Bahnhof zu Aalen, bei Unterkochen und der Erzgrube vorbei. Des hohen Bahnhofes wegen auf dem Berghange an der Chaussée sind hier einige Einschnitte und Dämme zu machen, auch ist eine Verbindung des Bahnhofs mit der Erzgrube herzustellen, weshalb diese Stunde theuer wird; indefs mufs der Bahnhof nicht so hoch gelegt werden, wie das officielle Project angiebt.

Zwanzigste Stunde. Das Terrain ist günstig, mit Ausnahme einer kurzen Strecke und des Einschnitts für den Durchbruch des Wasserscheiders zwischen Kocher und Rems.

Hier hat das officielle Project einen 2240 Fufs langen Tunnel mit nur einem Schacht in der Mitte. Dieser Tunnel würde allein 650 000 Gulden gekostet haben: da er aber mit der Sohle nur etwa 71 Fufs unter dem höchsten

Puncte liegt, so könnte er bei geringerer Tiefe, von etwa 40 oder 50 Fufs, in einen offenen Einschnitt verwandelt werden. Überhaupt ist es nöthig, den Wasserscheider-Übergang, der geringeren gröfseren Länge wegen, bei Efslingen anzulegen; er liegt viel besser unterhalb des Blümle in dem eigentlichen Wasserscheider.

Einundzwanzigste Stunde, bis Hermansfeld; mit einem Einschnitt von 40 bis 45 Fufs Tiefe, durch den Wasserscheider unterhalb des Blümle.

Zweiundzwanzigste Stunde, bis unterhalb Mögglingen, durch günstigeres Terrain.

Dreiundzwanzigste Stunde reicht bis an den Anfang des Lehnbergs; Anhaltstelle bei Unter-Böbingen; ziemlich gutes Terrain, mit Remsdurchstichen.

Vierundzwanzigste Stunde, bis Hussenhofen, durch ziemlich günstiges Terrain, mit Ausnahme einiger Correctionen der Rems und Wasserdurchlässen.

Fünfundzwanzigste Stunde, bis in den Bahnhof bei Gmünd am Königsthurm, über die sanften untern Ausläufe des Klostersturz und des Hardtberges hinweg.

Der Bahnhof wird so hoch gelegt, dafs man von Lorch her mit 1 auf 102 oder 1 auf 60 auf eine Achtelstunde weit in demselben ansteigt, um die Züge durch sich selbst zu hemmen und nicht die Wagen, die Schienen und die Bahn zu ruiniren.

Darauf fällt die Bahn gegen Hussenhofen zu auf eine Achtelstunde ebenfalls, aber nur sehr wenig, um eine bequeme Anfahrt in die Station zu erlangen, wozu die am Bahnhof befindliche Krümmung am Zeiselberge ebenfalls beiträgt. Was von dieser gesagt wird, gilt von allen übrigen, wo es sich ohne besondere Kosten ausführen läfst. Man kann aber auch auf der andern Seite an Gmünd vorbeikommen.

Vom Königsthurme aus geht die Bahn durch eine Strafse der Stadt, wo nur ein Haus zu beseitigen ist, auf eine kurze Brücke, und nach Überschreitung der Stadtmauer westlich auf einen Damm, und dann

Sechsundzwanzigte Stunde, bis unterhalb Kl. Deinbach, über gutes Terrain, mit einigen Remscorrectionen.

Siebenundzwanzigste Stunde, bis in die Nähe von Lorch, auf gutem Terrain.

Achtundzwanzigste Stunde, über Lorch hinaus, mit einem ähnlichen Bahnhofe, wie bei Gmünd, durch etwas schwieriges Terrain, bis Waldhausen-Mühle.

Neunundzwanzigste Stunde durch gutes Terrain über Waldhausen bis Plüderhausen.

Dreifsigste Stunde über sehr gutes Terrain bei Unter-Urbach vorüber bis zur Wasen-Mühle.

Einunddreifsigste Stunde über gutes Terrain durch die Station zu Schorndorf unterhalb dieser Stadt.

Zweiunddreifsigste Stunde, bis unterhalb Winterbach; sehr gutes Terrain.

Dreiunddreifsigste Stunde, bis unterhalb Geradstetten, desgleichen.

Vierunddreifsigste Stunde, bis Endersbach, desgleichen.

Fünfunddreifsigste Stunde, bis in die Station zu Waiblingen, auf der Höhe oberhalb des Kirchhofes; schwieriges Terrain.

Sechsunddreifsigste Stunde über günstiges Terrain, bis in die Höhe von Fellbach, entweder in geraden Linien, oder mit einer Steigung 1 auf 100, oder in Serpentinen mit 1 auf 130.

Siebenunddreifsigste Stunde in Serpentinen von 3000 Fufs Radius, und mit einem 25 bis 30 Fufs an der höchsten Stelle tiefen Einschnitt in den Wasserscheider zwischen Neckar und Rems, bis unterhalb der Galgenweinberge auf der Höhe bei Cannstadt.

Siebenunddreifsigste und drei Viertelstunde in Serpentinen von 2000 F. Radius und am Bahnhof mit 150 Fufs Radius, bis in den Bahnhof zu Cannstadt.

Hiebei ist zu bemerken, dafs sich durch genaue Ermittlung der Bahnlinie die wahre Entfernung, die ich nur auf den Specialcarten und nicht auf dem Terrain messen konnte, wohl schwerlich über 37 Stunden herausstellen dürfte.

Die Länge der Bahn über Albeck wäre deshalb circa 38 Stunden,[1] auf dem Plane gemessen, und in der besten Linie durch das Gebiet circa 37⅝ Stunden; jedoch glaube ich, dafs in der Wirklichkeit, nach geschickter Auswahl der Linie, nicht mehr als 37 Stunden herauskommen werden; was sich auch durch die wirkliche Ausmessung des officiellen Projects bestätigt, welches nur 37 Stunden giebt.

1) In Bezug auf die Länge hat daher die 24½ Stunden, und von Stuttgart aus 25½ Stunden lange Linie über die Alb entschieden den Vorzug.

2) Rücksichtlich der gröfsern Terrainschwierigkeiten, der Steigungsverhältnisse, der Dauer der Bauzeit und der Gefahr im Betriebe, im Transport von Truppen, Personen und Gütern, steht sie aber der Rems-Kocher-Brenzbahn entschieden nach; ich werde aber nicht eher einen Schlufs ziehen, bis ich die nachfolgenden 3 Abschnitte völlig klar gemacht habe: so dafs sich dann der logische Schlufs von selbst ergiebt.

Den 30sten Juni.

Ich war in dem technischen Eisenbahn-Bureau, wo auf Befehl Sr. Excellenz des Herrn Ministers des Innern, Herrn *von Schlayer,* mir die Übersichtspläne und Profile der Rems-Kocher-Brenzbahn von Neckarrems bis Sontheim vorgelegt wurden, und ich fand in den Plänen und Profilen meine frühere Ansicht bestätigt, dafs daselbst meistens nur die Schienenfundamente und Seitengraben zu fertigen seien, um eine gute Bahn zu haben.

Die Gefälle sind blofs von Gmünd bis zum Wasserscheider am Blümle in die zweite Classe zu bringen, nämlich bei Gmünd 1 auf 200, bei Hussenhofen 1 auf 145,7, bei Unterböbingen 1 auf 127 und von Mögglingen bis zum Wasserscheider am Blümle 1 auf 101,2. Man kann aber, der Thalsohle folgend, auch etwas bessere Steigungen abwärts erzielen, und dabei den nur 71,2 Fufs an der tiefsten Stelle unter der Oberfläche liegenden Tunnel durch eine Steigung von 1 auf 80 auf eine kurze Strecke in einen offenen, 40 bis 45 Fufs tiefen Einschnitt verwandeln, und so viele Kosten ersparen.

Ferner lassen sich mehrere Dämme und Einschnitte bedeutend durch andere Steigungen von Gmünd bis Waiblingen verringern und Tunnels durch Umgehung der Bergköpfe vermeiden.

Man mufs bei Aalen nicht zu hoch nach der Erzgrube hinaufsteigen. Der Einschnitt in den Wasserscheider zwischen Kocher und Rems läfst sich, ebenso wie der Durchbruch bei Herbrechtingen, durch verändertes Gefälle leichter und mit wenig Kosten erbauen, und es lassen sich die Tunnels bei Herbrechtingen, Giengen etc. vermeiden; besonders durch eine andere Lage der geraden Linie.

(Der Schlufs folgt.)

8.

Über den Casseler Cement.

(Von Herrn Oberbaumeister *Engelhard* zu Cassel in Hessen.)

Wenn gleich das Wort „Cement" nach seiner Abstammung von dem lateinischen *caementum* eigentlich ***Bruchstein*** bedeutet, so ist es doch allgemein üblich, darunter einen Mörtel zu verstehen, der nicht nur in freier Luft, sondern auch im Wasser fest und dauerhaft ist. Dieses letztere ist seine *wesentliche* Eigenschaft.

Da das Bedürfnifs eines solchen Materials sehr häufig ist, und man aus den Constructionen der antiken Baukunst ersieht, dafs sich die Alten seiner von grofser Vollkommenheit bedienten, so hat man dasselbe durch künstliche Mischungen hervorzubringen gesucht, indem man besonders Ziegelmehl, Trafs oder Puzzolane, in bestimmten Verhältnissen und nach verschiedenen Behandlungsweisen mit gut gebranntem Kalke mengte.

In neuerer Zeit haben aber diejenigen Cemente, die aus Cementsteinen, d. h. aus solchen Kalksteinen gebrannt werden, welche ihrer Natur nach eine vortheilhafte Beimischung von Thon und Eisen enthalten, den Vorzug bekommen. Zu diesen gehört denn auch der Casseler Cement, der aus einem solchen, in der Nähe von Cassel brechenden Cementsteine auf der Pulver- und Gypsmühle bei Cassel von dem Fabricanten ***Ernst Koch*** seit ungefähr zehn Jahren bereitet wird, und der schon einen so beträchtlichen Debit in einem grofsen Theile von Deutschland erlangt hat, dafs wegen der wesentlichen Nützlichkeit dieses neuen Baumaterials, wenn es am rechten Ort und in der rechten Art verwendet wird, auf Erfahrung gegründete Anleitungen zu dieser Verwendung ein Beitrag zu der Vervollkommnung der Bauconstructionen der heutigen Zeit sein dürften.

Das Neue in einer Wissenschaft und Kunst darf zwar allerdings Anfangs mit einigem Mifstrauen behandelt werden; denn der Erfinder ist gewöhnlich davon eingenommen, und geneigt, selbst abgesehen von dadurch zu erringenden pecuniären Vortheilen, die neue Erfindung über Gebühr zu preisen und zu empfehlen; dabei werden indessen aber auch anderseits öfters gute Erfindungen im Anfange verschmäht und getadelt, die man später als vorzüglich gut

anerkennen mufs. Im Bauwesen finden neue Constructionen immer, in der Art wie sie von den ausführenden Arbeitern behandelt werden, Hindernisse. Man mufs dies aus Erfahrung kennen. Vergeblich ist öfters der beste Bescheid, die sorgfältigste Anleitung, die strengste Warnung: der gemeine Arbeiter ist allem Neuen entgegen, weil es ihm Mühe macht, ihn nöthigt, sich nicht blofs körperlich, sondern auch gewissermafsen geistig damit anzustrengen; und dann scheint ihm manches Nebensache bei der Behandlung, was in der That Hauptsache ist. Sodann hat der Architekt selten die Zeit, einem jeden der bei der Arbeit Werkthätigen von Anfang bis zu Ende so zur Seite zu stehn, dafs keine unabsichtlichen Mifsgriffe geschehn. Aufserdem hat der Architekt die besondere Schwierigkeit bei der Ausführung neuer Constructionen zu berücksichtigen, dafs er, wenn sie nicht vollkommen gelingen, fremdes Geld zum Nachtheil des Eigenthümers vergeudet. Will er aber uneigennützig genug sein, dergleichen Versuche an Gebäuden, die ihm selbst gehören, anzustellen, so wagt er seinen Ruf; denn das Publicum spricht hernach nicht etwa: es ist brav, dafs der Mann diese neue Erfindung an seinem Eigenthum versucht, also nur sich selbst Schaden zugefügt und durch die Erfahrung Andere dagegen bewahrt hat, sondern es denkt und sagt: der Mann mufs wohl sein Fach nicht besonders verstehn, da er nicht einmal sich selbst etwas Gutes und Tadelloses hat bauen können; was würde er erst für Andere Wunderliches zu Tage bringen.

Der Verfertiger des Casseler Cements hatte die Vorsicht gehabt, sein Fabricat, ehe er es dem Publicum empfahl, durch Architekten prüfen zu lassen, deren Urtheil sehr günstig ausfiel und dann der Gebrauchs-Anweisung beigedruckt wurde. Das Publicum fafste nun schon einiges Zutrauen zu dem Gegenstande, fand sich aber doch vielfältig in seinen Erwartungen getäuscht, so dafs die Cementconstructionen fast zum öffentlichen Ärgernifs wurden. Man sah an vielen Gebäuden in Cassel mifslungene Ausbesserungen an Mauern, Wänden, Dächern u. s. w. Auch ich hatte an einem Gebäude, mit einer Plateform, die feuchte Frontmauer mit Cement tünchen lassen, mufste aber sehen, dafs die Tünche im zweiten Jahre wieder abfiel. Die Steinplattenbedeckung eines ziemlich grofsen Frontons corinthischer Ordnung hatte ich mit Cement überziehn und dichten lassen, und in demselben Sommer löseten sich ganze Stücke derselben ab und droheten auf die Vorübergehenden zu fallen; gleichwohl hatte ich die Werkleute zu diesen beiden Arbeiten sorgfältig gewählt und sie mit ängstlicher Genauigkeit dazu angewiesen und überwacht.

So kam es denn, das hier Niemand mehr etwas von dem Cement wissen wollte und Mancher eine beträchtliche vergebliche Ausgabe zu beklagen hatte.

Indessen war doch auch Eins oder das Andere gelungen. In dem Rindviehstalle einer Staats-Domaine bei Cassel war ein grofser Spülichtbehälter nöthig; denn der alte, aus Eichenholz gezimmerte Behälter war verfault, und ein neuer aus gleichem Stoffe würde bald wieder verfault sein und hätte viel gekostet. Ich dachte daran, den neuen Behälter aus Steinplatten machen zu lassen; was denn aber wegen der Dichtung der Fugen seine Schwierigkeiten gehabt hätte. Der in dem Gebäude beschäftigte Maurermeister rieth mir, den Behälter aus Backsteinen in Cement aufmauern zu lassen. Ich wies den Vorschlag zurück, indem ich auf so manchen mifslungenen Versuch mit dem Cement deutete; er versicherte indefs, durch die Erfahrung von dem vollkommnen Gelingen der Construction, deren ganze Gefahr er übernehmen wolle, überzeugt zu sein. Ich erkundigte mich näher, fand seine Aussagen vollkommen bestätigt, und der Spülichtbehälter wurde nun leicht und mit geringen Kosten hergestellt, und gelang vollkommen. Dies war ein bedeutender Fingerzeig.

Bewährt sich nun dieses Material wirklich, so würde eine bedeutende Lücke in unserm hiesigen Construnctionssystem ausgefüllt sein. Die Mischung von Kalk und Ziegelmehl ist sehr unvollkommen, und Trafs und Puzzolane haben wir in Deutschland wenig oder gar nicht. Welche grofse Dinge haben aber nicht die Alten mit trefflichem Mörtel ausgerichtet! Canäle und Aquäducte leiteten bis funfzehn Stunden lang wasserdicht ganze Bäche; dann wieder machten sie im Trocknen, aber jeder Witterung und dem heftigsten Sonnenschein ausgesetzt, die dauerhaftesten Tüncher-Arbeiten, so dafs sie sogar Quadersteine mit Tünche überzogen, um sie *dauerhafter* zu machen; ich habe antike, cannelirte, aus Quadern gehauene Säulen gesehen, deren Cannelirungen mit einer solchen, kaum einen Messerrücken dicken Tünche überzogen und gut erhalten waren.

Die Hauptresultate der hiesigen Cementconstructionen waren folgende:

1) In freier Luft, in den Sonnenstrahlen, wo grofse Trockenheit und Feuchtigkeit mit einander wechseln, hält sich der Cement *nicht;* er reifst auf und fällt ab.
2) Die Bereitung und Verwendung desselben liefert nicht immer ganz gleiche Resultate.
3) Die Arbeiter sind nicht sorgfältig genug in der Beobachtung der ihnen gegebenen Vorschriften.

4) Der Cement liefert sehr feste und dauerhafte Constructionen, wenn er *nicht* der Luft und den Sonnenstrahlen ausgesetzt ist.
5) Derselbe ist sehr dauerhaft und brauchbar im Wasser und in fortwährender Feuchtigkeit.
6) Die Bindekraft desselben wird zerstört, wenn starker Frost auf ihn wirkt, so lange er noch feucht ist.

Um die Zeit, wo sich diese Erfahrungen feststellten, baute ich für mich selbst ein ziemlich grofses Haus; was mir mannichfache Gelegenheit zur Verwendung des Cements darbot, und ich konnte dem Wunsche, etwas zur Vervollkommnung der Bauconstructionen beizutragen, nicht widerstehen, um nicht mehr als einen Versuch mit diesem neuen Material zu machen; wobei ich denn den Vortheil hatte, dafs sie möglichst unter meinen Augen geschahen und dafs ich, da ich selbst in dem Hause wohne, täglich die gemachte Arbeit beobachten und ihre späteren Resultate prüfen konnte. Hierauf gründen sich gröfstentheils die Erfahrungen, welche in Nachfolgendem niedergeschrieben sind, unbeschadet der auch an andern Gebäuden angestellten Beobachtungen.

Nöthige Beschaffenheit des Cements und der Zuthaten, so wie die Behandlungsweise desselben bei der Verwendung.

Der Cement mufs zunächst vollkommen wohl gebrannt sein. Die Probe, ob es geschehen sei, ist leicht. Sie besteht darin, dafs der Cement, wenn er mit Wasser angerührt wird, zischend rauschen und dann schnell erhärten mufs: ist er nicht gut gebrannt, so wird er nicht völlig hart, sondern bleibt mürbe, und zerfällt darauf leicht.

Sodann mufs er beim Verbrauch entweder frisch sein, oder doch gegen den Zutritt der Luft, besonders der feuchten Luft, oder gar der Feuchtigkeit selbst, geschützt gewesen sein; ist dies geschehen, so kann er auch ziemlich alt sein; er bindet zwar dann etwas weniger schnell, ist aber nicht weniger tauglich wie ganz frischer Cement; ja es hat mir sogar geschienen, als ob der etwas ältere, langsamer erhärtende Cement noch dauerhafter sei, als ganz frischer, der zuweilen spröder ist, als es zu wünschen scheint.

Endlich mufs der Cement frei von Beimischung von Asche und Kohlen sein. Die Stelle, wo ein Kohlentheilchen sich befindet, wird nicht fest; der Cement bindet dann nicht, und läfst Feuchtigkeit hindurch; die Kohlentheilchen, die etwas kleiner als eine Erbse, auch wohl nur so grofs wie Hirsekörner sind,

lassen sich leicht durch ihre Farbe in einem Stück angemachten und erhärteten Cements wahrnehmen.

Das Wasser zum Anmachen des Cements mufs rein sein. Besondere Vorsicht bei der Auswahl desselben dürfte aber nicht nöthig sein; nur wird man natürlich schlammiges und mit erdigen Theilen gemischtes Wasser vermeiden müssen.

Der Fabricant des Cements empfiehlt, den Cement beim Anmachen nicht in das Wasser zu schütten, sondern das Wasser in den Cement zu giefsen und mit ihm zusammen zu rühren, wobei man zu zwei Maafstheilen Cement ein Maafstheil Wasser nehmen solle. Ich gestehe, dafs ich mich nie überzeugt habe, es sei nachtheilig, den Cement in eine verhältnifsmäfsige Quantität Wasser zu schütten; auch lasse ich *mehr* als die Hälfte Wasser nehmen: beinahe eben so viel Wasser als Cement; zuviel ist jedoch sehr schädlich; der Cement wird dadurch getödtet; nimmt man aber zu wenig Wasser, so wird er zu spröde und glasig. Man mufs ab und zu thun, je nachdem es nöthig ist, dafs die Masse mehr oder weniger spröde sei.

Zu den meisten Arbeiten und, wenn man das Verkitten und Dichten von Fugen ausnimmt, fast zu allen, wird dem Cement *Sand* beigemengt. Dieser Sand mufs von erdigen, thonigen und kohligen Theilen frei sein. In der Gegend von Cassel werden viele Braunkohlen zur Heizung verbraucht. Da man die davon übrig bleibende Asche als Etwas zu Allem Unbrauchbares betrachtet, was noch obendrein schwer aufzubewahren sei, weil die Asche lange nachglüht, so pflegt man sie in die Flüsse und Bäche zu schütten, so dafs es kaum möglich ist, in hiesiger Gegend Flufssand zu bekommen, der nicht eine Menge unverbrannter Braunkohlentheilchen enthielte, und welcher dann der Bindung alles Mörtels, sowohl des Kalk- als des Cementmörtels, sehr nachtheilig ist. Ich ziehe daher den Grubensand, welcher von erdigen und thonigen Theilen frei ist, dem hiesigen Flufssande vor, und es schadet nach meiner Erfahrung nicht, wenn er eisenschüssig ist.

Der Fabricant empfiehlt ferner, den Sand vor der Vermengung mit dem Cement zu trocknen, und ihn *trocken* zuzumengen, ehe man das Wasser zugiefst; dies ist aber etwas weitläuftig, und ich kann sagen, dafs ich es nicht für wesentlich halte; der Cement wird gleich gut, in welcher Folge man auch die Materialien zusammenthue. Für wesentlich halte ich aber, dafs man die Bestandtheile wohl mit der Kelle durcheinander knete, und zwar so lange die Masse noch flüssig ist; ist sie erst zu einem steifen Brei geworden, oder

gar erhärtet, so möchte das gewaltsame Durcheinanderkneten, besonders auch das Zugiefsen von Wasser, wesentlich nachtheilig sein.

Man kann auf 100 Theile Cement 50 bis 100 Theile Sand nehmen; je nachdem der Mörtel mehr oder weniger fett sein soll. Am fettesten mufs er sein, wenn er ***unter Wasser*** verbraucht werden soll. Dazu will man ihn sogar rein und ohne Beimischung von Sand verwendet wissen; allein obgleich er dann allerdings um so schneller binden wird, so möchte er doch auf die Länge der Zeit auf diese Weise weniger dauerhaft als Cement mit Sand gemengt sein und sich weniger gut mit den Steinen verbinden.

Zu der Behandlungsweise des Cements gehört ferner, dafs man den angemachten Mörtel *alsbald* verwendet; er erhärtet in 15 bis 30 Minuten und ist dann sofort weniger tauglich, wenn gleich man ihn unmittelbar nach der Erhärtung noch durch Zerdrücken mit der Kelle wieder in einen Brei zu verwandeln vermag.

Die Gegenstände, welche durch Cement mit einander verbunden werden sollen, müssen vorher immer gehörig mit Wasser benetzt, und selbst darin eingeweicht werden.

Wenn der frische, noch feuchte Cementmörtel vom Frost erreicht wird, so verliert er seine Bindekraft und friert aus einander.

Ich habe gesagt, der Mörtel erhärte in 15 bis 30 Minuten. Darunter ist aber nicht das eigentliche Festwerden desselben zu verstehen, sondern nur eine Erhärtung in so weit, dafs die Masse einem mäfsigen Drucke des Fingers, keineswegs aber dem eines scharfen Werkzeuges widersteht; diese stärkere Erhärtung erfolgt erst nach mehreren Tagen, ja Wochen, allmälig, und immer zunehmend; so dafs meines Dafürhaltens noch nach Jahren einige Zunahme der Erhärtung Statt findet; was eben eine der trefflichsten Eigenschaften dieses Bindestoffs ist.

Unmittelbar nach der Verwendung darf der Cementmörtel nicht zu schnell gänzlich trocken werden. Wenn er daher nicht an einem schon feuchten Orte verwendet ist, so mufs er öfters benetzt und feucht erhalten werden.

Anwendung des Cements zu verschiedenen in Gebäuden vorkommenden Arbeiten.

Bei Mauerarbeiten.

Da der Cement beträchtlich theurer ist, als der gewöhnliche Kalk, so nimmt man ihn natürlich nicht da, wo mit Kalk auszukommen ist; wäre hier auch der Cement eben so gut, und selbst etwas besser. Man nimmt ihn also

zu *Fundamenten* in der Erde bei uns nicht; indessen möchte er doch auf morastigem und überhaupt nicht ganz festem Boden sehr grofsen Nutzen haben; denn er würde die Steine, seien es Sandsteine oder Backsteine, zu einer einzigen Masse so stark verbinden, dafs sich nach völliger Erhärtung die Steine leichter zerschlagen als von dem Cement trennen liefsen. Wenn man daher die untern Lagen eines Fundaments auf unfestem Grunde einige Fufs hoch, je nachdem das Gebäude hoch und schwer werden soll mehr oder weniger hoch, in Cement mauerte, und diese Lagen dann, ehe man sie weiter belastete, einige Monate, wenigstens einige Wochen ruhen liefse, so würde man dadurch gleichsam eine steinerne Schwelle aus einem Stück erhalten, welche, ohne zu zerbrechen, das Gebäude trüge und so das Gewicht desselben gleichmäfsig vertheilte.

Einen sehr wesentlichen Gebrauch des Cements habe ich aber bei *Futtermauern* gemacht, indem ich selbige an der Bergseite, um sie gegen die Feuchtigkeit zu schützen, mit einem ziemlich fetten Cementmörtel überziehen liefs.

Eine solche Futtermauer befindet sich an der Rückseite eines Flügelgebäudes meines Hauses. Da hinter die Mauer nicht von unten auf Erde angeschüttet wurde, sondern der natürliche, theils aus Thon, theils aus einem viele Kalktheilchen enthaltenden Lehm bestehende Boden gerade stehen blieb, so mufste die Mauer, welche 2½ Fufs dick und 12 Fufs hoch und aus weifsen Sandsteinen aufgemauert wurde, *lagenweise* mit Cementmörtel überzogen werden; nemlich, so wie eine Lage Steine vermauert war, wurde sie an der Bergseite mit Cementmörtel überzogen und dann der ungefähr sechs Zoll breite Zwischenraum zwischen der Mauer und dem natürlichen Boden voll Thon gestampft. Es ist unglaublich, welche Mühe es mir kostete, die sonst sehr folgsamen und geübten Maurer dazu zu bringen, dies regelmäfsig und genau zu thun; mehrmals mufste ich, da Verdacht, und wie sich zeigte gegründeter Verdacht war, dafs der Überzug unterblieben sei, einzelne Stellen wieder aufgraben und den Überzug ergänzen lassen; die Leute glaubten nicht an den Cement, sie hielten den Überzug für unnütz und für eine Grille, bei welcher man mir zwar nicht widersprechen müsse, die man aber in meiner Abwesenheit wohl unbeachtet lassen zu können glaubte, weil man sich Mühe und mir ein kostbares Material erspare; ich mufste zuletzt einen besondern Arbeiter mit dem Cement-Überzuge beauftragen, und verbieten, das kleinste Stück der Mauer eher zu hinterfüllen, bis ich nachgesehen hätte, dafs der Überzug gemacht sei. In der That schien der Erfolg auch *nicht* der Erwartung zu entsprechen. Die Mauer bildete die Rückwand von Ställen und Remisen, welche

viel Luft und Licht haben, und die Mauer war das erste Jahr hindurch feucht, und lief sogar grün an. Sie war nach Innen nur in den Fugen mit Sandkalk geputzt, so dafs man die Feuchtigkeit der Steine wohl unterscheiden konnte. In den folgenden Jahren dagegen wurde die Mauer immer trockner und besser, und ich überzeugte mich nun, die frühere Feuchtigkeit habe nur von der Bruchfeuchtigkeit der Steine und vom Mörtel hergerührt.

Ähnlicherweise liegt eine $1\frac{3}{4}$ Fufs dicke Bruchsteinmauer der ersten Etage des Hauses an einer neben derselben schräg ablaufenden Erdauffüllung, die eine Terrasse bildet. Ich liefs diese Mauer, so weit sie von dem Erdboden berührt wird, ebenfalls mit Cement übertünchen; und der Erfolg hat dem beabsichtigten Zwecke vollkommen entsprochen. Die innere Fläche der Mauer ist mit Lehm, welchem, wie hier bei innerer Tünchung gewöhnlich, Schäben und etwas Gyps beigemengt sind, übertüncht und mit einer hellblauen Tapete überzogen, welche gegen die geringste Feuchtigkeit, die durch die mit Kalkmörtel aufgeführte Bruchsteinmauer dränge, sehr empfänglich sein würde; allein es ist keine Spur von Farbeveränderung der Tapete, oder sonst von Feuchtigkeit sichtbar.

Eine sehr nützliche Anwendung des Cements habe ich bei Widerlagsmauern gemacht. Zwei nicht sehr breite Fensterschafte meines Hauses hatten einen Doppelbogen zu tragen, der wieder mit einem im Mauerwerk verborgenen flachen Bogen im Ganzen überspannt ist, auf welchem Bogen zwei Säulen stehen, die wiederum drei Bogen tragen. Jene schmalen Fensterschafte hatten also eine grofse Last zu tragen, und ich ordnete deshalb an, in denselben die gebrannten Lehmsteine, aus welchen die obern Stockwerke des Hauses aufgemauert sind, im Cement zu vermauern. Ich mufs hierbei bemerken, dafs ich einige Jahre vorher die ausgezeichnete Fabrik gebrannter Erdwaaren, welche von dem Herrn ***Henschel*** auf dem Möncheberg bei Cassel angelegt ist, veranlafst hatte, eine besondere Art leichter, gebrannter Lehmsteine zu verfertigen, auf die Weise, dafs denselben bei ihrer Bereitung Braunkohlenklein, dafs heifst, kleine Stückchen Braunkohlen, die nicht viel gröfser und nicht viel kleiner als Erbsen sind, beigemengt wurden, welche Stückchen Kohlen im Feuer gänzlich verzehrt werden, so dafs die Ziegel eine poröse, dem Bimstein, mit Ausnahme der Farbe, ähnliche Masse werden. Ich hatte diese Steine bei meinem Hause zur Ausmaurung der Balkenfelder und an andern Orten, wo es darauf ankam, *leichte* Stoffe zu haben, angeschafft. Die Maurer betrachteten sie Anfangs mit einem gewissen Mifstrauen; als sie aber bemerk-

ten, dafs sie sich gut hauen und verspannen liefsen, und dabei sehr gut durchgebrannt waren (denn die Kohlentheile in denselben brennen im Ofen nicht nur mit und vermehren die Glut, sondern die Zwischenräume, welche in den Steinen entstehen, machen sie auch zugänglicher für die Gluth des Brenn-Ofens), und dafs sie sich gar wohl mit dem Mörtel verbanden, so hatte ich Mühe, zu verhindern, dafs sie nicht zu Manchem genommen wurden, wozu sie nicht bestimmt waren; denn es läfst sich wegen ihrer Porosität nicht erwarten, dafs sie z. B. geeignet seien, grofse Lasten zu tragen, wenn auch ihre Masse fest, ja glasig ist. So sahe ich denn mit Schrecken, dafs man gerade von jenen schmalen, ein grofses Gewicht tragenden Fensterschaften die Gewände mit diesen Steinen in Cement aufgemauert hatte. Ich liefs sie sofort wieder abnehmen, überzeugte mich aber bei dem Abnehmen, dafs die Steine mit dem Cement eine sehr feste, wohl verbundene Masse gebildet hatten, und gab nun den Bitten der Arbeiter, die alle der Meinung waren, die Steine würden besser halten und tragen als andere dichte und nie so gut durchgebrannte Steine, nach, und liefs sie an ihrer Stelle. Sie sind hernach mit Cement überzogen worden und haben sich sehr gut bewährt. Eine Wiederlagsmauer, die in Cement aufgeführt ist, hat besonders den Vortheil, alsbald so sehr zu erhärten, dafs sie sich nicht mehr setzt und in den Fugen löset. Der Cement machte hier die porösen Steine zum Tragen des schwersten Gewichts tüchtig; bei dichten Steinen wird er es nicht minder thun. Dafs die Steine, welche mit Cement vermauert werden, recht *nafs* sein müssen, habe ich schon oben bemerkt.

Hier und an vielen andern Orten ist es üblich, viereckige Thür- und Fenster-Öffnungen im Innern *nicht* zu überwölben, sondern sie mit Überleghölzern zu bedecken. Es ist dies ein fast Europäischer Gebrauch alter und neuer Zeit; denn schon in Pompeji findet man dergleichen; wo nicht einmal hochkantige Überleghölzer dazu genommen sind, sondern nur starke, platt gelegte Bohlen, von welchen sich auch schon dort nicht selten die übeln Folgen durch Senkung der Bohlen und des darüber befindlichen Mauerwerks gezeigt haben. Ein Baumeister, der viele Gebäude-Reparationen besorgt hat, wird gewifs darin beistimmen, dafs die hölzernen Überleger die Ursachen vieler Gebrechen und Nachtheile sind, und öfters den unangenehmsten Aufbruch veranlassen; besonders faulen sie leicht über den Fenstern, ziehen dann Senkungen der Deckenbalken u. dergl. nach sich, und über Thüren biegen sie sich auch wohl so, dafs die Thüre nicht mehr pafst und schliefst. In Bruchstein-

gebäuden kann man statt dessen die kleineren Öffnungen mit starken steinernen Sturzen überdecken, oder auch mit keilförmig zugehauenen Bruchsteinen horizontal überwölben: in Gebäuden aus Backsteinen ist aber die Schwierigkeit schon gröfser; denn es ist allzu weitläuftig, keilförmige Steine für jede Bogenweite machen zu lassen, und wenn sie auch verfertigt oder zu haben wären, so ist das Versetzen und Vermauern derselben für den gewöhnlichen Maurer eine allzu subtile und langwierige Arbeit; also nicht practisch. Wenn aber dergleichen Steine in Lehm oder Kalkmörtel durch sogenannte Zwicken (Schiefersteine oder schiefrige Steinschrotten) keilförmig gerichtet werden, so giebt dies bei horizontalen oder doch sehr flachen Wölbungen keine sehr feste Construction; um so weniger, da, besonders bei den Fenstern, bis zum Gebälk selten mehr Raum als die Höhe eines Backsteins vorhanden ist; und man würde solchen Bogen nicht wohl zumuthen können, Deckenbalken zu tragen. Man lasse aber die ***Thür- und Fensterbogen*** in Cement versetzen, und man wird erstaunen, welchen viel höheren Grad von Tragbarkeit sie dadurch erlangen. Selbst wenn sie in Lehm oder Kalkmörtel gemauert sind, und man läfst nur die Fugen der Bogenstirnen und Untersichten aufkratzen und mit Cement auswerfen, und Stirne und Untersicht etwa einen halben Zoll stark damit überziehen, so wird die Festigkeit der Bogen dadurch schon sehr vermehrt werden. Sie können dann sehr flach sein, z. B. auf jeden Fufs Spannung nur $\frac{1}{2}$ Zoll Höhe haben. Der Cement-Überzug wird dann bei der innern Tünchung mit der gewöhnlichen Tünchemasse noch dünn überzogen; blofs darf er sich nicht unmittelbar unter Tapeten befinden, weil er deren Farben verändern würde. Dafs übrigens diese Wölbungen wenigstens die Höhe eines Backsteins haben, also etwa zehn Zoll, und bei ungewöhnlichen Spannungen auch $1\frac{1}{2}$ Stein hoch sein müssen, versteht sich von selbst. Es ist dieses eine sehr wesentliche und empfehlungswerthe Constructionsverbesserung, welche die Festigkeit des ganzen Gebäudes sehr vermehrt. Denn nichts ist schädlicher, als wenn in massiven Gebäuden in den Theilen, welche tragen sollen, Holz zwischen die Steine gelegt wird. [In Berlin bedient man sich schwerlich jemals des Holzes über den Fenstern oder Thüren, statt der Bogen von Ziegeln. Die wenig gekrümmten, und selbst die scheitrechten Bogen, und zwar nicht aus keilförmigen, sondern aus gewöhnlichen Ziegeln, machen hier den Maurern nicht die geringste Schwierigkeit. Die Fenstersturze macht man aufsen scheitrecht, innen etwas gewölbt, und verbindet beide Bogen mit einander. So sind sie, in gewöhnlichem Kalkmörtel gemauert, vollkommen fest und dauerhaft. D. H.]

Eben deshalb sind auch die Mauerlatten in den untern Stockwerken steinerner Gebäude nicht gut, und nur unter den Dachgebälken zu rechfertigen, insofern sie daselbst so gelegt werden, dafs sie die Aufsenwände des Gebäudes gleichsam verklammern, und dabei luftig genug liegen, um nicht in Fäulnifs zu gerathen; was leicht in den Stockwerken schon nach wenigen Jahren geschieht. [Auch hievon bemerkt man in Berlin nicht leicht etwas D. H.] Es ist daher weit besser, die innern und äufsern Mauern in der Höhe der Gebälke mit Bruchsteinplatten, wenn auch nur von geringer, zwei bis drei Zoll betragender Dicke, vollkommen wagerecht belegen und darauf die Balken ruhen zu lassen; und noch besser, wenn man die Platten in Cement legt; was besonders, wenn diese Platten nicht sehr dick sind, sehr nützlich sein wird, weil alsdann die nächste Lage der unter denselben liegenden Steine mit den Platten zu einer Masse wird und so gleichsam einen zusammenhängenden Steingurt durch jedes Stockwerk bildet. Die Platten werden dann auch über den Thür- und Fensterwölbungen hergelegt, so dafs sie das Gewicht der Balken, die über den Bogen liegen, auf dieselben im Ganzen vertheilen. Die Balkenköpfe kommen dabei auf den reinen Steinen zu liegen und werden nicht in Cement und auch nicht in Kalkmörtel, sondern in Lehm vermauert. Dafs übrigens diese Construction die gewöhnliche Verankerung der Balken nicht entbehrlich macht, versteht sich von selbst. [Die Steinplatten, wenn sie nicht theuer sind, würden allerdings besser sein, als hölzerne Mauerlatten; aber in Berlin z. B. würde diese Verbesserung sehr kostbar werden. D. H.]

Ich habe in meinem Hause alle Thüren- und Fensterbogen der obern, aus gebrannten Lehmsteinen aufgemauerten Stockwerke mit Lehmsteinen überwölben und die Fugen und äufsern Flächen der Gewölbsteine mit Cement auskitten lassen, und bin sehr mit dem Erfolge zufrieden. Nur unter dem Dachgebälk habe ich Mauerlatten, unter den Stockwerksgebälken aber statt der Mauerlatten Platten legen lassen, und es hat dies wesentliche Vortheile gehabt; denn obgleich die auch mit Backsteinen in vertieften Füllungen ausgemauerten Gebälke vielleicht etwas schwerer und die Balken nur wenig stärker als gewöhnlich sind, so liegen doch alle Decken gerade und wagerecht, wie eine einzige Steinplatte, und nirgends zeigen sich jene widerwärtigen Deckenrisse, die in andern Balkendecken so häufig vorkommen. Die Platten sind zwar nicht in Cement, sondern nur in Lehm gelegt: die Cementirung derselben wird aber immer vortheilhaft sein, weil die Steine unter den Flat-

ten, wie oben bemerkt, dadurch gleichsam zu einer Masse werden, auch die Platten beim Legen der Gebälke nicht so leicht aus ihrer Lage geschoben werden können; was Aufenthalt und doppelte Arbeit veranlafst.

Neben dem erwähnten Hause habe ich in dem daselbst befindlichen Kalksteinfelsen ***Felsenkeller*** machen lassen. Hier kam es wegen der beträchtlichen Länge der Keller wohl vor, dafs der Kalkstein durch Klüfte von Thon, oder auch durch frühere Banten, in seinem innern Zusammenhang gestört war und also zu mehrerer Tragbarkeit einer Unterstützung bedurfte. Auf den Rath eines sachverständigen Nachbarn, der in gleichem Falle gewesen war, liefs ich diese Stellen mit ziemlich flachen ***Gurtbogen*** von besonders hart gebrannten Lehmsteinen, in Cement vermauert, überwölben; und es hat sich diese Construction, sowohl bei dem genannten Nachbarn, als auch in meinen Felsenkellern, vollkommen bewährt. Die Gurtbogen sind zwei Steine breit und einen und einen halben Stein hoch und in Zwischenräumen von vier bis fünf Fufs angebracht; die Widerlagen sind in den Felsen gehauen, oder auch, wenn der Felsen nicht hinreichend fest oder dicht zu sein schien, bis zu einer festeren Lage, ebenfalls aus gebrannten Lehmsteinen aufgemauert. Die Weite der Bogen beträgt im Lichten zehn bis eilf Fufs und ihre Höhe einige Fufs. Ich trage kein Bedenken, diese Construction, je nach dem Vorkommen der Gebirgs-Art mit verhältnifsmäfsiger Verstärkung für gröfsere Gewölbweiten, für alle Arten von Tunnels, die nicht unter Gewässern liegen, wo, wie bei dem Londoner Tunnel, allerdings eine ***ununterbrochene*** Unterwölbung stets nöthig sein dürfte, für anwendbar zu halten. Da solche Gewölbe beständig feucht sind, so erlangt der Casseler Cement hier eine unglaubliche Festigkeit; er wird im eigentlichsten Sinne des Wortes ***eisenhart.***

Pflaster in Kellern und in sonstigen untern Räumen der Häuser von Bruchsteinplatten sind in Material und Arbeit kostspielig. Ich kam deshalb auf den Gedanken, die Backsteinbrocken, welche von der Aufführung von Backsteinmauerwerk immer übrig bleiben, mit Cement vermauert, statt Steinplattenbeläge in den erwähnten Räumen anzuwenden. Im Anfange liefs ich sie in horizontalen Schichten auf den geebneten und wo es nöthig war festgestampften Boden in Cement legen und hernach das Ganze mit Cement, nicht viel dicker als einen Viertelzoll hoch, überziehen. Da dies jedoch noch immer viel Cement und Arbeitslohn kostete, so liefs ich später die Backsteinbrocken ***ohne*** Cementmörtel drei bis vier Zoll hoch trocken zusammenschütten, sie dann in gleicher Höhe, jedoch so, dafs die Masse porös blieb, stampfen und festschlagen, und

nun mit Cementmörtel übergiefsen und denselben wagerecht mit dem Richtscheit abstreichen; was ebenfalls vollkommen wohl gerathen ist. Die Keller des Hauses sind zwar, da der Grund Kalkfelsen ist, an sich nicht feucht: aber ich zweifle nicht, dafs solche Fufsboden auch gegen Grundwasser schützen werden; besonders wenn man zugleich an den senkrechten Mauern der Keller solche Überzüge, so hoch als das Grundwasser zu steigen pflegt, machen läfst und, wenn der Druck des Wassers beträchtlich ist, die Dicke des Cement-Übergusses verhältnifsmäfsig verstärkt.

Man kann auch in Steinplattenbeläge Friese, Verzierungen und Felder-Abtheilungen aller Art vertieft einhauen und mit Cementmörtel ausfüllen lassen. Der Cement, wenn er einmal erhärtet ist, tritt sich nicht allein nicht weg, sondern wird selbst härter als der Sandstein. Die Eingrabung wird etwa einen halben Zoll tief gemacht und nachdem der mit feingesiebtem aber scharfem Sande angemachte Cement hineingestrichen, wohl geebnet und der Stein vollkommen gesäubert ist, bedeckt man ihn einige Tage lang mit Brettern, um ihn gegen Verletzungen durch das Betreten zu sichern. Die Bretter nimmt man wieder weg, sobald der Cement so hart ist, dafs er sich mit dem Nagel nicht mehr eindrücken läfst. Im Flur meines Hauses habe ich vor der Treppe der oberen Stockwerke ein einfaches, einige Zoll breites Fries in eine, gerade in der stärksten Passage liegende mittlere Steinplatte eingraben lassen; was sich vollkommen gut gehalten hat. Ich habe es nie versucht, Cement mit Farben gemischt zu verwenden, zweifle aber nicht, dafs man Farben finden würde, die der Bindekraft des Cements nicht schaden, und die dann bei Verzierungen die Wirkung vermehren würden. Beim Einstreichen des Cements mufs aber die Arbeit gleich fertig gemacht werden; denn wenn der Cement erst erhärtet ist, läfst er sich nicht mehr formen; auch nicht wohl abreiben und ebenen. Er verhält sich in diesem Punct ungefähr wie gebrannter Thon.

Es ist bereits oben erwähnt, dafs sich der Casseler Cement zu Spülichtbehältern brauchbar gezeigt habe. Da er selbst von *heifsem* Wasser nicht litt, so konnte er noch weniger von kaltem Wasser leiden. Ich habe in meinem Hause und Garten vier Wasserkümpfe, zwei hohe Wasserbehälter, eine Badewanne und einen Brunnenstein aus Cement und Backsteinen aufmauern lassen. Zwei dieser Wasserbehälter bekamen Risse; es zeigte sich aber bald, dafs die Risse nur daher kamen, dafs die Behälter nicht gleichförmig fundamentirt worden waren, indem sie zum Theil auf den Fundamenten des Hauses, zum Theil auf einem wenig tiefen Fundament ruheten. Die Risse waren leicht

durch eingestrichenen Cement zu verdichten. Die übrigen Kümpfe und Behälter haben sich ganz gut gehalten; weder Frost noch Hitze hat ihnen geschadet. Besonders ist der Brunnenstein, nemlich ein niedriger Wasserbehälter vor dem im Hause liegenden Brunnen, äufserst fest und dauerhaft geworden. Da derselbe, nach Art eines kleinen antiken Impluviums eingerichtet, wenig vor dem Fufsboden vorsteht, so war ich Anfangs besorgt, dafs der Behälter, wiewohl er an den Kanten und auf der Oberfläche der Einfassung abgerundet ist, durch Betreten von den wasserholenden Personen leicht beschädigt werden würde; allein es zeigte sich, dafs das Betreten des Cements, wenn er einmal genügend erhärtet ist, ihm nicht im mindesten schadet; man konnte ihn sogar mit Nägelschuhen betreten. Dieser Brunnenstein besteht aus zwei Sandsteinplatten, welche in der Mitte mittels einer cementirten Fuge stumpf zusammengestofsen sind; in die Platte ist in der Mitte eine viereckige Öffnung gehauen, grofs genug, um eine Leiter hineinzusetzen und hindurchsteigen zu können; was bei Reparationen nöthig sein kann. In dieser Öffnung ruht auf einem in die Steinplatten gehauenen Falze eine Eisenplatte; die beiden Steinplatten sind grofs genug, um die ganze Brunnen-Öffnung zu bedecken; der Brunnenstock ist durch dieselbe hindurch geführt, an dem Rand der Steinplatten, und auf denselben stehend, sind niedrige, sechs Zoll breite Backsteinmauern in Cement aufgeführt. Diese sowohl als die Oberfläche der Steinplatten und der eisernen Platte sind nicht völlig einen halben Zoll dick mit Cement überzogen, so dafs alles aus einem Stück oder vielmehr aus einem Gusse zu sein scheint.

Die Mauern der sämmtlichen genannten Behälter sind nicht über sechs Zoll dick; die meisten sind nur aus vier Zoll breiten, drei Zoll hohen und zehn Zoll langen Backsteinen (sogenannten Stollensteinen) gemauert, und folglich mit dem inneren und äufseren Cement-Überzuge, die einen kaum fünf Zoll, die andern sieben Zoll dick. Die innere Höhe der vier, fast gleich grofsen Wasserkümpfe beträgt 1 F. 6 Z., ihre Weite 1 F. 3 Z. und die innere Länge 2 F. 9 Z. und 2 F. 3 Z. Die Badewanne ist inwendig an beiden schmalen Seiten halbkreisförmig und im Querdurchschnitt auch unten ausgerundet; sie ist im Lichten mit den Rundungen 7 F. 3 Z. lang, 2 F. 9 Z. weit und 2 F. 6 Z. hoch. Die Mauern sind 9 Z. dick, stehen aber nur an der einen langen Seite frei; an den drei andern schliefsen sie sich an die Mauern des Bades und bilden auswendig ein Viereck. Die Kümpfe, welche im Freien stehen, sind nach unten zu etwas enger und die innern Kanten ein wenig ausgerundet, so dafs sich das

Eis in denselben, wenn es sich ausdehnt, heben und nicht die Mauern sprengen kann.

Wer die Schwierigkeit kennt, im Freien stehende Wasserkümpfe wasserdicht aus Quadersteinen zu machen, wird eine Construction, die mit so wenig Kosten und Weitläuftigkeiten zum Ziele führt, zu schätzen wissen. Es versteht sich übrigens, dafs dergleichen Kümpfe, wenn sie sehr grofs sind und zur öffentlichen Benutzung dienen, so dafs auch wohl schwerere Gefäfse darauf gesetzt werden und sie heftigen Erschütterungen ausgesetzt sind, verhältnifsmäfsig stärkere Mauern haben müssen, welche sehr gut fundamentirt sind. Die Fundamente können jedoch auf die gewöhnliche Weise gemacht werden; auf dieselben kommen dann einige in Cement gemauerte Lagen von Backsteinen. Ich habe im Anfange nur gebrannte Thonsteine dazu genommen; später nahm ich auch gut gebrannte Lehmsteine, und zuletzt, fast vorzugsweise, jene obenerwähnten porösen sogenannten Stübbesteine, weil sie sich am besten und innigsten mit dem Cementmörtel verbinden. Nachdem ein solcher Kumpf fertig ist, mufs er einige Wochen, so lange der Cement noch mürbe ist, gegen den Anstofs und gegen jede gewaltsame Erschütterung verwahrt werden.

Der Benutzung des Casseler Cements zu Wasserkümpfen ist eine andere zur Dichtung von Röhrenleitungen ähnlich. Bekanntlich hat die Dichtung der Wasserröhren mit Harz und Werg den Übelstand, dafs Fuchsschwänze darin wachsen. Dies hat man von der Dichtung mit Cement nicht zu fürchten; auch vermodert der Cement mit der Zeit nicht; im Gegentheil wird er immer fester, während Harz und Werg vermodern und mit der Zeit undicht werden. Man kann mitCement ***eiserne, irdene*** und ***hölzerne*** Röhren dichten. Ich habe bei meinem Hause irdene Röhren von verschiedener Gröfse zur Ableitung von Regenwasser, von Gossenstein-Abflüssen, und selbst von Abtritten, legen lassen; und immer mit gutem Erfolge. Die Anwendung des Cements ist hier so einfach, dafs sie keiner besondern Beschreibung bedarf. Der Raum zwischen dem Anfange der einen Röhre (dem Kopf derselben) und dem Ende der andern wird mit Cementmörtel ausgefüllt; wobei nur genau zu beobachten ist, dafs die Röhren festliegen müssen und keiner Erschütterung ausgesetzt sein dürfen; denn da der Cementmörtel nicht im mindesten elastisch ist, so würde er unter jedem heftigen Druck brechen und undicht werden.

Ich hatte in meinem Hause einen ungefähr 50 F. tiefen Brunnen in den Kalkfelsen sprengen lassen. Die Röhrenstöcke, welche, um weniger Zu-

sammenfugungen zu bekommen, sehr lang und schwer waren, hatte man bereits gesetzt und die Pumpmaschine eingerichtet, als ich bemerkte, dafs einer der mittleren Röhrenstöcke mehrmals gespalten und aufgerissen war; eben so waren die Zusammenfugungen der schweren Röhrenstöcke nicht völlig luft- und wasserdicht. Die Wieder-Abnahme der Röhren wäre sehr beschwerlich gewesen; besonders an dem Orte, wo die Pumpe war: der Brunnen konnte gleichwohl nicht so bleiben, da er nur wenig Wasser hob; wozu noch die gröfste Anstrengung des Pumpenden gehörte. Ich liefs die Röhrenstöcke oben auf mit dem schwersten Schmiedehammer heftig schlagen, um sie zu nöthigen, sich dichter zusammenzusetzen; dies half aber wenig oder nichts. Aus der aufgerissenen Röhre kam aufserdem viel Wasser; was für die Pumpe verloren ging. Ich liefs nun zunächst die Risse mit langen Streifen verzinnten Eisenblechs sehr dicht, und mit zwei Reihen dicht an einander stehender Nägel überdecken. Das half zwar viel; aber immer drang noch etwas Wasser zwischen das Blech und das Holz hindurch. Nun kam ich auf den Gedanken, sowohl den gerissenen Röhrenstock, als auch die Zusammenfugungen der Röhren, die überall aus einstämmigen Eichenholz waren, mit Schienennägeln beschlagen und darüber mit Cementmörtel tünchen zu lassen. Dieses Mittel gelang vollkommen; die Röhren wurden ganz luft- und wasserdicht, und haben sich so nun schon manches Jahr gehalten. Sie waren durch Steifen recht festgestellt worden, ehe man sie cementirte. Die kleinen Undichtigkeiten schlossen sich alsbald nach dem Überzuge mit Cement; die etwas gröfseren wurden zuvor mit Werg verdichtet (was hier unschädlich war, weil es nur so lange zu halten brauchte, bis der Cement gebunden hatte). Als unter dem heftigen Drucke des in den Röhren stehenden Wassers der nasse Cement nicht hängen bleiben wollte, liefs ich über dem Pumpenkolben und unten über dem Wasserspiegel Spunde einhauen und das Wasser ablassen, dann alles cementiren, die Spunde wieder schliefsen und auch die Spundkeile mit Cement umgeben. Das Resultat hat, wie schon gesagt, vollkommen der Erwartung entsprochen. Ich will noch erwähnen, dafs, als ich späterhin bei einer Veränderung des Brunnens mehrere Röhren herausnehmen mufste, die Cementirung der Verbindung der Röhren dies nicht erschwerte; sie mufste freilich abgeschlagen und nach dem Wiederaufstellen der Röhren erneuert werden: die gerissene aber, mit Blechstreifen und Cement gedichtete Röhre befand sich in so vollkommnem Zustande, dafs ich sie nicht mit einer neuen vertauschte, welche nicht besser, wohl aber schlechter hätte ausfallen können.

Ich habe die vollkommne Überzeugung, dafs es thunlich sein würde, Behälter zur Aufbewahrung von Wein, Bier, Essig und andern geistigen Getränken aus Backsteinen und Casseler Cement vollkommen dicht zu verfertigen. Besonders gut würden dergleichen Behälter in Felsenkellern ausführbar sein, weil man daselbst nicht nur festen Grund, sondern auch im Sommer und im Winter eine gleichmäfsige Temperatur hat; (in meinem Felsenkeller z. B. anhaltend 6 Gr. R.). Ob aber der Cement nicht, wenigstens in den ersten Jahren, eine chemische Einwirkung auf die Beschaffenheit der in den Behältern aufbewahrten Getränke haben dürfte, läfst sich ohne bestimmte Erfahrung nicht mit Sicherheit sagen. Die Theorie wird zwar erwiedern, dafs vollkommen erhärteter Cement *keine* Einwirkung haben könne; indessen gehört zur vollkommnen Erhärtung des Cements lange Zeit. Es müfste ein solcher Behälter grofs genug sein, dafs ein Arbeiter durch eine oben befindliche, mit einer Platte von Eisen oder Stein zu verschliefsende Öffnung hineinsteigen und ihn reinigen könnte. Um das Reinigen zu erleichtern, müfsten die innern Kanten und Ecken mit Cementmörtel rund ausgestrichen sein.

Da sich der Casseler Cement nicht nur mit ***Steinen,*** sondern auch mit ***Holz*** verbindet, so ist er auch ein vortreffliches Material zur Ausmauerung von Wandgefachen; um so mehr, da er beim Trocknen nicht schwindet, wie Lehm- und Kalkmörtel, so dafs ein mit diesen letzteren Mörteln ausgemauertes Wandgefach nach dem völligen Austrocknen seiner Theile gewöhnlich lose wird und dann nur durch die Übertünchung gegen das Herausfallen der Steine gesichert ist. Zu Wandgefachen geringerer Gebäude möchte der Cement freilich zu theuer sein: aber in besseren Gebäuden, besonders für Sprengwände, in Verbindung mit den oben beschriebenen sogenannten Stübbesteinen (porösen gebrannten Lehmsteinen), würde er sehr nützlich sein, da er die ganze Sprengwand gleichsam in eine einzige Platte verwandeln würde; vorausgesetzt, dafs man dazu, wie es bei jeder Sprengwand nöthig ist, vollkommen ausgetrocknetes Holz nimmt.

Eine sehr ungewöhnliche Anwendung des Casseler Cements habe ich bei der Bedeckung eines zu meinem Hause gehörigen Flügelgebäudes gemacht. Über dasselbe geht nemlich ein Garten hin, welcher ein Stockwerk höher liegt als die Strafse vor dem Flügelgebäude, so dafs der Garten daselbst eine Terrasse bildet, auf welcher Bäume und Gesträuche *über* dem Flügelgebäude stehn. Es sind solche Terrassen, wenn die Räume in dem darunter befindlichen Gebäude nicht feucht werden sollen, vielleicht eine der schwersten Aufgaben für

den Architekten, mit welcher man sich auch in den ältesten wie in den neusten Zeiten viel Mühe gegeben hat. Man ist gewöhnlich der Meinung, dafs dergleichen Terrassen im Süden häufig und auch für das dortige Clima geeignet und darin gut ausführbar seien. Die Wahrheit aber ist, dafs so Etwas freilich in südlichen Ländern öfter vorkommt, als hier; aber man mufs nicht glauben, dafs die Terrassen dort immer vollkommen gelungen wären; eher das Gegentheil. Man beachtet nur die Nachtheile davon dort nicht so sehr; wiewohl man im Grunde ebensowohl Ursach dazu hätte, als im Norden; denn Feuchtigkeit ist im Süden der Gesundheit noch nachtheiliger, als bei uns.

Ich hatte viele dergleichen Terrassen gesehn, und mehrere derselben in Bau und Besserung Jahre lang erhalten; so dafs ich dem Wunsche nicht widerstehen konnte, Etwas der Art hier machen zu lassen, und zu versuchen, die Nachtheile und Unvollkommenheiten derer, die ich gesehen hatte, dabei zu vermeiden; obgleich es mir nicht unbekannt war, dafs schon *Vitruv*, bevor er die Vorschriften zu Terrassen giebt, sagt, dafs sie immer bedenklich seien und dafs man sie, wenn sie nicht unumgänglich nöthig wären, lieber vermeiden möge. Umstände machten es mir indessen höchst wünschenswerth, wenigstens auf einige Zeit meinem Flügelgebäude eine solche Bedeckung zu geben.

Es waren fünf Räume zu bedecken. Zwei kleinere, welche Gänge bildeten, konnten ohne Schwierigkeit *überwölbt* werden; die andern, gröfseren, gestatteten die Überwölbung nicht, weil sie dadurch entweder zu niedrig geworden, oder die Gewölbe über das Niveau des oberen Gartens hervorgetreten wären; besonders wäre dies bei dem mittleren, zu einer Wagenremise bestimmten Raume der Fall gewesen, da derselbe, bei einer Länge von 27 Fufs 2 Zoll und einer Tiefe von 19 Fufs 4½ Zoll, von dem Fufsboden bis zum Niveau des Gartens nur 14 Fufs Höhe bekommen konnte; die beiden andern Räume mittlerer Gröfse hatten jeder, bei gleicher Tiefe und 15 Fufs 2 Zoll Breite, ungefähr gleiche Höhe und waren ursprünglich beide zu Pferdeställen bestimmt.

Diese Räume nach ihrer ganzen Tiefe mit einem freitragenden Gebälke zu bedecken, war eben so wenig thunlich, da das Gebäude eine gewisse Elasticität und Beweglichkeit behalten haben würde, die mit einer wasserdichten Bedeckung nicht verträglich sein konnte. Ich liefs also nach der Länge des ganzen Gebäudes, statt hölzerner Träger, die immer noch nicht ganz ohne Elasticität gewesen sein würden, *Gurtbogen* wölben. An den Stellen, wo dieselben die Quermauern berührten, liefs ich diese Mauern verstärken; was

um so mehr zur Festigkeit hinreichte, da die kleineren Bogen an den Seiten dem gröfseren Bogen in der Mitte das Gegengewicht hielten. Die Bogen wurden, so wie das ganze Mauerwerk des Flügelgebäudes, aus wohlgespitzten Bruchsteinen (weifsen Sandsteinen) erbaut, und 2 Fufs 3 Zoll dick gemacht. Die hierdurch in zwei Theile getheilte Decke wurde nun aus alten, vollkommen trocknen eichenen Balken von 9 Zoll hoch und 8 Zoll breit, 2 Fufs 8 Zoll bis 3 Fufs von einander entfernt und zwischen dem Gurtbogen und den Mauern nur noch 8 Fufs 7 Zoll frei liegend, geformt. Die Balken wurden an den Enden, wo sie auf den Mauern lagen, angebrannt und überall mit Steinkohlentheer bestrichen. Über den Pferdeställen liefs ich auf die Balken einen Belag von 5 Zoll starken Sandsteinplatten legen, und zwar so, dafs die Platten, weil sie in ihren Stofsfugen keilförmig zusammengesetzt waren, Theile eines flachen Gewölbes bildeten, dessen quer durch das Gebäude laufende Fugen jedoch stets auf die Balken trafen. Aufserdem war auch die Fläche der Bedeckung im Ganzen um einige Zoll gegen die Gartenseite abhängig, so dafs die Feuchtigkeit, welche durch den über diese Platten zu bringenden Erdboden dringen möchte, die Neigung zum Abzuge nach dieser Gartenseite hin bekam. Die Stofsfugen wurden mit Cement, der mit gesiebtem Sande gemengt war, vor der Versetzung der Platten sorgfältig überstrichen, und zuletzt wurde ein ungefähr $\frac{1}{3}$ Zoll dicker Cementmörtelgufs über den ganzen Plattenbelag gemacht. Die gewölbartige Zusammensetzung der Platten geschah, damit durch einige etwaige Zusammendrückung des Belages, welche in Folge des geringsten Nachgebens des die Balken tragenden Gurtbogens immer möglich war, keine Undichtigkeit entstehen konnte. Die Platten wurden beim Versetzen fest aufgesetzt und gestofsen.

Über der Remise schien diese Construction wegen ihres grofsen Gewichtes nicht anwendbar. Der 22 F. 2 Zoll weite und nur 2 F. 8 Z. hohe Bogen hätte nicht nur die Balken und Platten, sondern auch die Erd-Auffüllung über den letzteren tragen müssen. Ich hielt es für genügend, die Balken falzen (kruppen), mit Stahlhölzern ausschlagen und darüber hin mit einem Cementmörtelgufs bedecken zu lassen, und liefs dieses machen. Die Arbeit wurde im Sommer ausgeführt. Da der Cementmörtel-Auftrag zwischen den Balken mehrere Zoll hoch, und deshalb kostspielig geworden wäre, so liefs ich in denselben hinein zur Ausfüllung Ziegelstücke drücken und das Ganze mit Cementmörtel, auch über die Balken hinweg, überziehen, und so, dafs dabei das Ganze einige Zoll Fall nach der Gartenseite, und zwar nach der einen Ecke hin bekam.

Über diese Decke wurde nun, nicht völlig Einen Fufs hoch, Thon gestampft und darüber der Garten eingerichtet, der noch etwa einen Fufs hoch Erde, zum Theil auch noch höher Erde erhielt; mit Ausnahme eines breiten Weges, welcher nur mit kleingeschlagenem Basalttuf (sogenanntem Kugelkiese) bedeckt wurde.

Diese Arbeiten waren im Sommer gemacht worden, und hielten sich Anfangs gut; als aber der Winter kam, fing die Decke an, etwas feucht zu werden, und selbst hin und wieder zu tröpfeln. Am stärksten geschah dieses über der Remise, und ich sah mich genöthigt, den Thonschlag über derselben wegräumen zu lassen. Es fand sich, dafs der Mörtelgufs hin und wieder aufgerissen war; ich mufste mich aber, da immittels der Winter eingetreten war, begnügen, die Risse ausbessern zu lassen. Im nächsten Frühlinge liefs ich eine Lage von etwa einen Zoll dicken Kalksteinplatten auf den Cementgufs in Cementmörtel drücken und darauf eine Lage Dachziegelstücken ebenso in Cementmörtel legen, welche ich durch dergleichen wiederholte Lagen von Dachziegelstücken in Cement soweit verstärkte, dafs das Gefälle der Oberfläche um ungefähr sechs Zoll in diagonaler Richtung des Rechtecks vermehrt wurde. Die Bedeckung über den Ställen hatte ich ebenfalls aufräumen und verbessern wollen, sah aber mit Verwundern, dafs sie von selbst besser und ungeachtet des anhaltenden Regens trocken geworden war. Über der Remise wurde die Thonlage und der Garten hergestellt, und die ganze Plateform hielt sich nun den Sommer hindurch ganz gut. Als aber der Herbst wiederkam, und auf einen vorübergehenden Frost mildes Regenwetter eintrat, fingen die Decken wieder an, feucht zu werden.

Es war mir hier die *Art* der Feuchtigkeit schon früher aufgefallen und ich war geneigt, sie für einen *Niederschlag* wärmerer Dünste an eine kalte Oberfläche zu halten; so wie die innere Fläche der Fenster eines Zimmers beschlägt, wenn die Temperatur des Zimmers beträchtlich wärmer ist, als die äufsere: allein die Feuchtigkeit war an der untern Fläche da am stärksten gewesen, wo sie an der obern ebenfalls am meisten sichtbar war, z. B. da, wo sie von mehreren Seiten zusammengeflossen, oder wo in einer Vertiefung etwas Wasser stehen geblieben war; und an einzelnen Stellen, namentlich über der Remise, hatte man bemerken können, dafs das Wasser aus der Decke hervordrang. Dies sah man nun jetzt nicht mehr; auch die sorgfältigste Untersuchung ergab an den untern Flächen nirgend einen Rifs. Ich war also jetzt geneigt zu glauben, dafs das Regenwasser nicht eigentlich durchfliefse, wohl

aber durchsintere, oder vielmehr durchfiltrirt werde; was durch die Sandsteinplatten allerdings möglich war. Ich liefs also die Plattenbeläge auch von unten, etwa ¼ Zoll dick mit Cement überziehn; und in der Remise, wo die Stahlen von unten ungetüncht frei lagen, liefs ich sie mit Cementmörtel überziehen und ausgleichen.

Aber auch dieses Mittel hatte nicht den gewünschten Erfolg, wohl aber die Überzeugung gegeben, dafs die Feuchtigkeit, welche sich nicht im Sommer, sondern im Winter nach eingetretenem Thauwetter zeigte, nicht durch die Decke dringe, sondern sich unten an der Decke selbst bilde: eine Überzeugung, die dadurch zur Gewifsheit wurde, dafs der Cement-Überzug, der unter der Decke gemacht war, auswendig nafs, inwendig aber trocken war. Ich habe späterhin eingesehn, dafs ein solcher feuchter Niederschlag, nach Umständen mehr oder weniger stark, in *allen* Ställen und Remisen, über welchen keine geheizten Zimmer oder mit Heu und Stroh angefüllten Räume sich befinden, und welche dem Zutritte der freien Luft ausgesetzt sind, bei eintretendem Thauwetter Statt finde; was ich mit dieser Bestimmtheit, ungeachtet vieljähriger Erfahrung, in der That nicht bemerkt hatte, indem ich immer die bei solcher Gelegenheit in Pferdeställen bemerkte Feuchtigkeit nur der Ausdünstung der Pferde zugeschrieben hatte; welche indessen dazu nicht nöthig ist.

Da ich nun auch diese Unannehmlichkeit wegschaffen wollte, so liefs ich unter den Decken flache Bretterdächer machen, welche die von den Decken tropfende Feuchtigkeit aufnehmen und an einzelne Puncte ableiten sollten. Diese Decken thaten dies indessen nicht vollkommen; auch an ihnen bildeten sich feuchte Stellen. Ich nahm an, dafs es Mangel an Abzug der Feuchtigkeit sei, welche von oben auf die freilich ziemlich flache Bretterverdachung tropfe, und liefs deshalb die Bretter von oben und unten etwa ¼ Zoll dick mit Cement überziehen und dichten: allein nun zeigte sich deutlich, dafs die Feuchtigkeit ***nicht*** durchdringe, sondern ebenfalls an der ***untern*** Fläche der Bretterverdachung sich bilde; was nicht mehr zu bezweifeln war, als man mich darauf aufmerksam gemacht hatte, dafs in einem andern Gebäude, mit einem ganz gewöhnlichen Stockwerk und mit einem Ziegeldach über den Ställen und Remisen, wo an Durchregnen nicht im entferntesten zu denken war, die mit Brettern belegte Decke ebensowohl mit Feuchtigkeit bedeckt war, wie in dem meinigen. Sobald auf Frost warme Witterung eintrat, es mochte dabei regnen oder trocken sein, wurden die Decken und die Bretterbedeckung etwas feucht, und es kam auch wohl an einzelnen Stellen dahin, dafs einige Tropfen herab-

fielen; im Sommer dagegen brachten die heftigsten Regengüsse, oder auch anhaltende Landregen, *keine* Feuchtigkeit in den beschriebenen Räumen hervor. Auch mitten im Winter, selbst bei einigem Temperaturwechsel, war wenig von feuchtem Beschlage zu sehn; nur beim Eintritt des Winters und bei der Wiederkehr des Frühlings war derselbe zu finden, da wo Wasser-Ansammlungen oder Zusammenflüsse von Wasser-Abzügen sich befanden; und da, wo die Bedeckung von Thon und Erde am wenigsten hoch war, fand sich der stärkste Feuchtigkeitsbeschlag.

Ich habe die Geschichte dieser Plateform-Construction mit Cementmörtel so umständlich erzählt, weil sie, wie ich glaube, neue und interessante Ergebnisse liefert; nemlich folgende:

1) Es ist möglich, auf die beschriebene Weise Plateformen zu machen, welche den Regen und die von aufsen auf sie fliefsende Feuchtigkeit nicht durchlassen. Auch dürfen Gärten über solchen Decken sein; allein die Kälte, welche diese Decken bei Frostwetter annehmen, macht, dafs bei eintretendem Thauwetter Feuchtigkeit an die untere Fläche sich ansetzt.

2) Dieser Feuchtigkeitsbeschlag ist desto stärker, je gröfser die Verschiedenheit des Temperaturwechsels ist; und bei sehr feuchter, warmer Luft stärker als bei trockner.

3) Diejenigen Stellen, wo Wasser-Ansammlungen über der Plateform stattfinden, beschlagen am stärksten; ebenso diejenigen Stellen mehr, welche nur dünn mit Erde bedeckt sind, als diejenigen, welche eine Auffüllung von mehreren Fufs hoch haben. Unter einer Erdbedeckung von drei bis vier Fufs hoch ist der Beschlag kaum noch merklich.

4) Es ist sehr gut und nöthig, die Auffüllung über der Plateform beträchtlich abschüssig zu machen; und zwar in der Art dafs das auf sie fallende Regenwasser, ohne sich *zusammendrängen* zu müssen, abfliefsen kann. An der niedrigsten Stelle der Auffüllung mufs dieselbe wo möglich nicht weniger als drei Fufs betragen, und die Steigung von da an nach der höhern Auffüllung hin mufs in der Richtung des Wasser-Ablaufes nicht weniger als sechs Zoll auf zehn Fufs betragen. Auch für die Plateform selbst würde ein eben so starker Fall zu wünschen sein. Da er aber hier meistens nicht zu erlangen sein wird, so dürften auch drei Zoll auf zehn Fufs noch wesentlichen Nutzen gewähren.

Noch ist zu bemerken, dafs die beiden kleinsten Räume des erwähnten Flügelgebäudes, welche Gänge enthalten, mit Bruchsteingewölben bedeckt sind,

die obenauf mit Cementmörtel überstrichen sind. Eine Abtheilung derselben, die an der niedrigsten Stelle etwas über zwei Fufs hoch mit Thon und Erde bedeckt ist und von da an eine ungefähr unter 45 Grad aufsteigende, also höher werdende Erd-Auffüllnng hat, ist sehr gut und mit den Jahren noch besser geworden (das Gebäude steht jetzt $4\frac{1}{2}$ Jahr); allein andere Abtheilungen, die nicht höher bedeckt sind als die Balkendecken, sind denselben Übelständen unterworfen.

Es ist freilich der gedachte Feuchtigkeitsbeschlag im Grunde kein gröfseres Übel als das Beschlagen der Fenster, welches man sich im prächtigsten Zimmer gefallen lassen mufs; er findet auch nur einige Tage im Jahre Statt, wo er ebensowohl in andern solchen Räumlichkeiten, die unter einem Dach, aber nicht unter geheizten Zimmern oder mit Fourrage angefüllten Böden liegen, vorhanden ist; auch bringt derselbe durchaus keine modernde und schimmelnde Feuchtigkeit hervor; im Gegentheil ist die Luft in diesen Räumen trocken und rein: indessen ist es doch gut, den Umstand zu kennen.

Ich habe einen Versuch gemacht, in einem andern kleinen, mit nur einige Zoll dicken Steinplatten bedeckten Gebäude auf eine andere Weise eine dichte und nicht beschlagende Plateform zu erlangen, indem ich den Querfugen der Platten, nach Art der Bedachungen alter griechischer und römischer Tempel, vorstehende Kanten geben, dann in die Stofsfugen der Platten Nuthen einhauen, diese Fugen und Nuthen mit Cement ausfüllen und in dieselben eiserne Schienen von Flach-Eisen schieben liefs, während die untere rauhe Fläche der Platten ungefähr einen Zoll dick mit Schäbelehm, als einem schlechten Wärmeleiter, überzogen wurde. Dieses Mittel hat sich aber *nicht* bewährt. Es ist zwar kein Regen durchgedrungen, noch habe ich einen Feuchtigkeitsbeschlag an der untern getünchten Fläche wahrgenommen; aber die Tünchung war innerlich etwas feucht; auch ist nach einem auf starken Frost gefolgten Thauwetter der Schäbelehm theilweise abgefallen. Im Grofsen würde die Dichtung der Längenfugen der Platten, da wo keine vorstehenden, den Wasser-Ablauf hemmenden Kanten Statt finden können, Schwierigkeiten haben.

Eine für jeden practischen Architekten sehr angenehme Anwendung zu Maurer-Arbeiten findet endlich noch der Casseler Cement zu mannichfachen kleinen Ausbesserungen an Quadern. Selbst an stark betretenen Treppenstufen ersetzt er die Vierungen, die man an beschädigten Stellen einzusetzen pflegt; und zwar *besser* als Stein, indem er vollkommen so fest wird, wie dieser, aber sich von demselben kaum unterscheidet. Es ist bekannt, dafs bei dem

Versetzen bearbeiteter Quadersteine bei der gröfsten Vorsicht wohl mitunter eine Beschädigung vorkommt, und es ist also sehr wünschenswerth, Dergleichen auf eine Weise herstellen zu können, dafs Der, welcher den Schaden nicht kennt, ihn nicht bemerken kann, und selbst Derjenige, der ihn kennt, Mühe hat, ihn aufzufinden. Man kann nun mit Cement nicht allein das fehlende Stück ergänzen, sondern auch das abgestofsene Stück, wenn es noch vorhanden ist, damit wieder ansetzen. In meinem Hause wurde eine sehr gut versetzte Treppe aus gegliederten Quadersteinen durch die Unvorsichtigkeit eines Tagelöhners beschädigt, indem an zwei Stufen einige Cubikzoll grofse Stücke der vordern Gliederungen abgestofsen wurden. An der einen Stufe war das abgeschlagene Stück in zwei Trümmern noch vorhanden. Ich liefs diese Trümmer, so wie die beschädigte Stufe, recht stark und wiederholt anfeuchten, und darauf die Stücke mit Cement, der nur wenig auftragen durfte, wieder ansetzen, an der andern Stufe aber die Stelle der fehlenden Stücke ganz mit Cement ausfüllen und darauf die Stufen einige Tage lang sorgfältig mit Brettern bedecken, um die Ausbesserungen gegen den Anstofs zu sichern. Nach einigen Tagen schien der Cement so fest, dafs ich die der Passage hinderlichen Bretter wegnehmen liefs; aber die Stufen waren noch nicht lange betreten, als die Ausbesserung abermals abgestofsen war. Ich bemerkte jetzt, dafs der Cement inwendig noch feucht und mürbe gewesen war, liefs also die Ausbesserung wiederholen, und nun länger bedecken. Dadurch ist sie denn so fest geworden, dafs sie nun [illegible] vier Jahr der stärksten Passage widerstanden und gar nicht den Anschein hat, als wollte sie jemals nachgeben; denn der Stein *neben* dem Cement hat sich etwas abgetreten, der Cement selbst aber seine ursprüngliche Form behalten.

(Der Schluſs folgt.)

9.

Über den Casseler Cement.

(Von Herrn Oberbaumeister *Engelhard* zu Cassel in Hessen.)

(Schlufs des Aufsatzes No. 8. im vorigen Heft.)

Nachdem ich nun mehrere Anwendungen des Casseler Cements zu Maurer-Arbeiten beschrieben habe, die ich mit voller Überzeugung als ganz practisch empfehlen kann, halte ich es auch für nothwendig, einiger Anwendungen zu gedenken, wo derselbe ***keine guten*** Erfolge gehabt hat.

Man hatte z. B. die Oberfläche einer der Luft, der Sonne und jeder Witterung ausgesetzten Altane mit einem Cementmörtel-Überzug, der dort allen jenen Einwirkungen ausgesetzt war, zu dichten gehofft. Dies gelang nicht. In der Hitze der Sonnenstrahlen bekam der Cement Risse, und beim Regen drang Feuchtigkeit in diese Risse, die dann durch den Frost sich erweiterten, weil die Kanten abfroren, so dafs nun beim nächsten Thauwettter das Wasser durchtröpfelte.

Minder bedenklich ist die Anwendung des Cements an *senkrechten* äufsern Flächen; namentlich von massiven, durch die Temperatur nicht veränderlichen Mauern; nur mufs der Cement gut angemacht und vor dem Auftragen desselben die Mauer stark angefeuchtet werden. Geschieht dies nicht, so entstehen, besonders wenn bald nach der Arbeit die Sonnenstrahlen darauf lebhaft wirken, leicht Risse, und ganze Flächenstücke lösen sich ab. Dergleichen Anwendungen gehören mehr zu der Tüncher-Arbeit, von welcher weiter unten die Rede sein wird.

Bei einem Wasserbau sahe ich, dafs ein wohlmeinender, aber noch junger und unerfahrener Architekt die Quadern in Cement versetzen und darauf die Kanten und Häupter, wo sie nicht genau pafsten, nachdem der Cement kaum gebunden hatte, nacharbeiten liefs. Das Mittel war nicht ganz oberflächlich erdacht; denn jeder Sachverständige weifs, wie schwer es ist, eine Quadersteinmauer vollkommen wasserdicht zu machen, und der erwähnte Architekt suchte die Ursach davon in dem nicht ungewöhnlichen Verfahren der Maurer, beim Versetzen der Quadern so lange an den Stein zu rücken, ihn zu passen,

mit Schieferstücken zu unterstopfen, oder an den Stein so lange zu stofsen, bis er zuletzt mehr hohl als fest aufliegt und in den Fugen so locker steht, dafs keine Wasserdichtigkeit mehr zu erwarten ist. Indessen war die von ihm gewählte Methode doch auch sehr bedenklich, und ich konnte nicht anders, als am guten Erfolge zweifeln; was auch die Erfahrung später bestätigte. Der Cement bleibt nemlich nur wenige Minuten lang flüssig; hernach noch Wochen und Monate lang feucht und mürbe. Wenn nun der schon in Cement versetzte Quaderstein durch die weitere Bearbeitung erschüttert wird, so müssen die Fugen nothwendig undicht werden und können nicht Wasser halten. Der erwähnte Architekt hatte nicht die rechte Versetzungs-Art der Quadern beobachten lassen; wenn er gleich die Nachtheile einer durch den Eigennutz der Werklente schlechten Versetzung erkannt hatte. Ein geschickter und redlich arbeitender Maurer unterstopft nemlich keinesweges einen Quaderstein; auch arbeitet er daran nicht mehr, nachdem der Stein im Mörtel steht. So wie der Quaderstein vom Steinhauer, oder, wo es deren noch giebt, vom Steinmetz, vollkommen fertig behauen ist, wird er von den Maurern mittels des Hebegeschirres aufgepafst, ohne dafs vorher den Lager- und den Stofsfugen Mörtel gegeben wird. Finden sich nun Fehler, so mufs sie der Steinhauer, dessen Zeichen sich an dem Stein befindet, *unentgeltlich* verbessern; was eine billige, sehr nützliche und althergebrachte Regel ist, die sich aber nicht benutzen läfst, wenn man den Stein, ohne ihn vorher aufzupassen, sogleich auf gut Glück in Mörtel setzt; denn in diesem Fall kann etwaiges Nichtpassen des Steins am Mörtel liegen. Ist der Stein in seinen Dimensionen zu schwach, so wird er gänzlich ausgeschossen; wo denn der Steinhauer- oder Steinmetz-Meister nicht allein die Bezahlung der Arbeit verliert, sondern auch den Stein, wenn er nicht anderweitig zu benutzen ist, bezahlen mufs. Ist der Stein vollkommen verbessert und nochmals nachgepafst, so wird der Lagerfuge und der Stofsfuge ein mäfsiger Überzug von Fliefskalk, nicht aber von Mörtel gegeben, und nun (dieses ist der entschiedene Augenblick für die Geschicklichkeit des der Arbeit vorstehenden Maurers) ohne weiteres Schieben und Nachhelfen gleichsam mit einem Griff (Ruck) richtig versetzt. Das ist freilich weitläuftig, mühselig und kostspielig, aber auch für die Dauer und Schönheit der Gebäude sehr wichtig.

Ob bei dem Versetzen von Quadern zu Wasserbauwerken der Casseler Cement überhaupt brauchbar sei, mufs ich dahin gestellt sein lassen, da mir keine anderen Erfahrungen darüber vorliegen, als die, dafs die obengedachte

Wassermauer *nicht* vollkommen wasserdicht geworden ist; was ich jedoch auf Rechnung der Erschütterung durch die Nacharbeit setze. An und für sich sollte ich meinen, dafs der Cement auch hier brauchbar sei, weil er beim Erhärten weder quillt, noch zusammentrocknet. Freilich trägt er etwas mehr auf, als der Fliefskalk; was für die Genauigkeit des Versetzens hinderlich ist. Ich mufs aber überhaupt in Zweifel ziehn, ob bei *Wasserbauwerken Quadern* von so grofsem Vortheil sind, als man gewöhnlich glaubt; ich habe sehr gute Schleusen von *Backsteinen* gesehn, und glaube, dafs, wenn man zu deren Vermaurung Cementmörtel nimmt, das Vortrefflichste zu erlangen sei.

Schliefslich will ich noch erwähnen, dafs in den Fällen, wo zu befürchten ist, es werde durch die Fundamentmauern aus einem feuchten Grunde in die Mauern der untern Stockwerke Feuchtigkeit sich heraufziehn, eine Vermauerung der obern Lagen der Sockelmauern mit Cementmörtel sehr zweckmäfsig sein dürfte.

Anwendung des Cements zu Tüncher- und Stuccatur-Arbeiten.

Zu diesen Arbeiten, sollte man glauben, müsse der Cement hauptsächlich tauglich sein. Ich bin jedoch der Meinung, dafs er zu den Maurerarbeiten nützlicher ist.

Nach den meisten Erfahrungen, welche ich zu machen Gelegenheit gehabt habe, ist er zur äufsern Tünche *nicht* sehr zu empfehlen. Ich habe zu oft gesehn, dafs die Tünche Risse bekam und sich ablösete, wenn sie der Witterung und den Sonnenstrahlen ausgesetzt war. Jedoch will ich bemerken, dafs an dem hiesigen Ständehause mehrere Stellen des Bruchsteinmauerwerks, und zwar solche, die an der sogenannten Wetterseite liegen, zur Probe mit Cementmörtel rauh getüncht sind und sich bis jetzt sehr gut gehalten haben. Zu bemerken ist indessen, dafs diese Stellen durch ein benachbartes hohes Gebäude geschirmt sind, so dafs sie nur kurze Zeit Nachmittags von den Sonnenstrahlen erreicht werden.

Aufserdem hat Cementtünche einen andern Nachtheil. Sie kann nemlich nicht mit *Ölfarbe* angestrichen werden, indem sich diese sehr bald davon abschält. Die dagegen angegebenen Mittel, nemlich die Tünche vor dem Anstrich mit verdünnter Vitriolsäure oder mit heifsem Essig anzustreichen, habe ich sehr im Grofsen angewendet, und *unzureichend* gefunden. Die Ölfarbe wurde immer vom Cement gleichsam durchätzt, vorlor allen Glanz, und lösete sich, besonders an Stellen, die der Witterung sehr ausgesetzt waren, bald ab.

Etwas besser hielt sich Ölfarbe, die mit vieler Bleiglätte versetzt war, und es ist möglich, dafs ein Ölfarben-Anstrich, welcher viel dergleichen enthält, besonders wenn der Cement schon mehrere Jahre getrocknet hat und in einem gewissen Grade verwittert ist, gut bleibe.

Recht brauchbar habe ich den Cement zu innern und äufsern Verzierungen, die gegen die Witterung etwas geschützt sind, gefunden; wo er dann ganz wie Gyps behandelt und in Formen gegossen wird. Nimmt man Sand darunter, so mufs dieser Sand gesiebt sein. Ich halte es für gut, Sand zuzusetzen, weil reiner Cement gar zu hitzig ist, wie die Arbeiter es nennen, d. h. sehr schnell bindet und dann leicht spröde und rissig wird; was nicht der Fall ist, wenn man ihn mit scharfem Sande mengt. Ich habe auswendig an meinem Hause eine Menge Säulenknäufe und Füfse, so wie Gesimsverzierungen aus Cement anbringen lassen, und bin sehr zufrieden damit; ich wüfste nicht, warum solche nicht eben so gut als steinerne sein sollten. Freilich haftet an denselben der Ölfarben-Anstrich nicht sonderlich gut; derselbe ist aber auch nicht nöthig; wenigstens nicht zur ***Erhaltung*** des Cements. Diesem kann man indessen im Innern mit Leimfarbe und im Äufsern mit Frescofarbe leicht den nöthigen Farbenton geben.

Auch Gesimse kann man von Cement, eben auf die Weise wie von Gips ziehn; sowohl im Innern als am Äufsern der Gebäude. Man läfst zu dem Ende die Hauptmasse des Gesimses aus vortretenden Backsteinen oder Bruchsteinen mauern und dann den Cement, nicht zu stark, in mehreren Lagen, von welchen die untere mit vielem gröberem Sande und die obere Lage mit feinerem gesiebtem Sande gemengt sein mufs, darüber herziehen. Ich habe gesagt „nicht gar zu stark", denn in zu dicker Masse würde der Cement beim ersten Ansatz nicht hängen bleiben, weil er schwer ist, auch vielleicht späterhin, wenn er erhärtet, sich eher ablösen. Übrigens ist das Verfahren dasselbe wie beim Ziehen der Gesimse von Gyps.

Der Tüncher kann den Cement auch zu mancherlei Reparationen anwenden. Feuchte Stellen an Mauern und Wänden können, nachdem durch Ablösung der durch die Feuchtigkeit erweichten Masse fester Grund gewonnen ist und etwaige Fugen ausgekratzt worden sind, damit überzogen werden, und geben alsdann vollkommen feste Oberflächen, die auch die Feuchtigkeit nicht weiter durchlassen, wenn schon der Cement an feuchten Orten einen gewissen Grad von, man möchte sagen, fester Feuchtigkeit beizubehalten scheint.

Eben so habe ich vom Cementmörtel einen besondern Gebrauch bei eiliger Herstellung Dornischer Dächer gemacht; wozu, wenn sie bei anhaltendem, heftigem Regen geschehn mufs, eigentlich die bisherigen Hülfsmittel nicht genügen. Denn Wulste von Lehm und Lohe können z. B. an Stellen, wo sich das von Plateformen und Dächern abziehende Wasser zum weiteren Abflufs vereinigt, wo gerade am leichtesten Beschädigungen entstehen und wo sie am nachtheiligsten sind, nicht angebracht werden, weil sie den Abflufs hindern würden; Ausbesserungen mit harzigen Stoffen aber sind während des Regens nicht thunlich.

Ich machte deshalb einen Versuch, dergleichen Schäden durch Cementmörtel abzustellen. Zu dem Ende liefs ich die erweichten Stellen einer Dornischen Bedachung, da wo die Feuchtigkeit durchdrang, während des heftigsten Regens mit der Kelle heraussteehen und sofort mit Cementmörtel wieder ausfüllen und ausgleichen. Es schadete wenig, dafs in der ausgestochenen Stelle sich augenblicklich etwas Feuchtigkeit sammelte; sie wurde durch den Cementmörtel wieder herausgedrängt. Da ich aber fürchtete, dafs durch das Zusammentrocknen des Cements kleine Risse zwischen demselben und den ihn umgebenden Flächen des Dornischen Daches entstehen möchten, so liefs ich unter den Cement eine beträchtliche Menge Kies von der Gröfse der Erbsen mengen, so dafs die Masse fast mehr Kies als Cement enthielt. Es war Anfangs meine Absicht, diese Cement-Ausbesserung nur vorläufig machen, bei günstiger Witterung die Stellen mit Dornischer Masse ausfüllen und dann dieselbe, wenn sie getrocknet wäre, mit Theer und Harz überziehen zu lassen. Aber als diese günstige Witterung eintrat, war die Cement-Ausbesserung so aufserordentlich wohl erhalten, so gänzlich dicht mit der alten Bedeckung vereinigt, und dabei so fest geworden, dafs es zweckwidrig schien, solche zu beschädigen. Ich liefs daher den Überzug von Theer und Harz über die Cement-Ausbesserungen streichen; und die Stellen haben sich seitdem gegen Regen und Sonnenschein, Frost und Hitze, wohl erhalten, während andere Ausbesserungen, die ich bei der günstigsten Witterung mit Dornischer Masse machen liefs, dies nicht gethan haben. Noch will ich bemerken, dafs einige kleine Stellen, die nicht mit Kies, sondern nur mit Cement bedeckt waren, der mit ein wenig Sand gemengt war, nicht in gleichem Maafse gut geblieben waren. Der Cement war nicht so fest und unzerreiblich geblieben; ich habe solche Stellen indessen ebenfalls theeren lassen, und dann daran seither keinen Nachtheil bemerkt.

Zum Anstreichen von Gegenständen mit der dem Auge nicht unangenehmen Cementfarbe (sie sieht aus wie gebrannter Ocker, mit etwas Weifs gemischt) habe ich denselben, wiewohl er dazu empfohlen wird, im Grofsen nicht angewendet; bei im Kleinen gemachten Versuchen hat es mir aber geschienen, dafs die Farbe nicht ganz gleichförmig werden könne, da sie sich an der Luft wesentlich verändert. Dafs der gewöhnlichen Tünche durch einen solchen Überstrich eine gröfsere Dauer gegeben werde, wie behauptet worden ist, kann ich aus Erfahrung nicht bestätigen, und zweifle fast daran.

Die Cementtünche widersteht auch der ätzenden Feuchtigkeit der Abtritte; sie kann daher, wo Mauern durch dieselbe verdorben sind, recht wohl zum Überzuge derselben angewendet werden; die Stellen, wo sie aufgetragen werden soll, müssen zuvor von der aufgelöseten Masse gereinigt werden.

Anwendung des Cements bei Schreiner- (Tischler-) Arbeiten.

Diese Rubrik wird vielleicht auffallend sein; indessen ist es ganz richtig, dafs man einige vortheilhafte Anwendungen des Cements zu Schreiner-Arbeiten machen kann. Der Cement hat nemlich, wenn er erhärtet ist, die Farbe des gewöhnlichen trocknen Tannen- oder Kiefernholzes, und schliefst sich, wenn das Holz beim Auftragen des Cements angefeuchtet wird, fest daran an. Man kann daher alle Arten von Ritzen, Unebenheiten und Löchern im Tannenholze damit ausgleichen; was besonders für Fufsbodentäfelungen sehr nützlich ist, wo man die Nägellöcher und andere Ungleichheiten damit ausfüllen kann. Indessen wird der Cement zur Ausfüllung der Fugen zwischen den Bohlen nur insoweit gute Resultate geben, als die Bohlen vollkommen trocken sind. Dann dürfte die Cement-Ausfüllung recht wohl die Ausspähnung ersetzen, und dabei weit weniger kostspielig und weitläuftig sein. Ich halte es auch für möglich, dafs man bei der Zusammensetzung von Fensterrahmen die Fugen dadurch, dafs man die Zapfen und Zapfenlöcher dünn mit Cement überstreicht, wasserdicht machen könne, wenn diese Fugen nur nicht von der Art sind, dafs sie beim Zusammentrocknen des Holzes aufreifsen und dann wieder undicht werden können; denn dafs der Cement kein *elastisches* Material sei, ist schon erwähnt worden.

Anwendung des Cements zu Schlosser- und Schmiede-Arbeiten.

Dieselbe ist sehr einfach und beschränkt sich auf die Befestigung von eisernen Dübeln, Kloben und Klammern in Stein; wozu der Cement sehr brauch-

bar und besser als der Gyps ist, da letzterer leichter von der Feuchtigkeit leidet. Das Verfahren ist einfach und ganz dasselbe wie beim Vergiefsen mit Gyps. Der Stein, in welchen die Dübellöcher gehauen sind, mufs stark angefeuchtet werden, und der vergossene Dübel darf in den ersten Paar Tagen nicht angerührt werden; denn der Cement erhärtet nicht so schnell als der Gyps; wenn er aber einmal hart geworden ist, so bindet er stärker als dieser.

Anwendung des Cements zu Dachdecker-Arbeiten.

Der Cementmörtel ist in Cassel auch häufig zum Einbinden der Firsten, Sturze, Wimpern und Backen der Dächer, so wie zum innern Verbande der Ziegel empfohlen worden, und ich glaube gern, dafs diese Arbeiten, wenn sie bei milder und feuchter Witterung geschehen und in den nächsten Tagen nach ihrer Vollendung nicht gleich durch heifse Sonnenstrahlen oder durch Frost leiden, sehr dauerhaft und dauerhafter als der Verband mit Kalkmörtel werden können; indessen sind jene Bedingungen nicht immer leicht zu erfüllen, und ich habe viele mifsrathene Arbeiten der Art gesehn; so dafs ich nur zu einem sehr vorsichtigen Gebrauch des Cements hierzu rathen kann. Allerdings bedarf der Kalkmörtel, der gewöhnlich zu dem innern und äufsern Verbande der Dächer genommen wird, wenn er wirken soll, eben so günstiger Witterung, wie der Cementmörtel; aber er ist beträchtlich wohlfeiler als der letztere; wogegen denn freilich der letztere, wenn er einmal gebunden hat, auch wieder viel länger dauern möchte.

Ganze Dachflächen, die frei den Sonnenstrahlen ausgesetzt sind, aus Cementmörtel-Überzügen zu machen, kann ich ebenfalls nicht anrathen. Es kann nicht oft genug wiederholt werden, dafs der Cement keine elastische Masse sei: ist er einmal erhärtet, und die Sonnenwärme wirkt mit Kraft auf ihn, so müssen nothwendig Ausdehnungen und also auch Risse entstehn, durch die der nächste Platzregen hindurch gehen wird. Wenigstens müfsten solche Cementflächen einen etwa $\frac{1}{4}$ Zoll starken elastischen Überzug von Asphalt, Theer und Harz oder dergleichen bekommen, dessen Oberfläche man jährlich einigemal erneuerte. Dann aber würde statt eines Cementgusses eine zweifache, oder besser eine dreifache Untermauerung mit Dachziegeln in Cementmörtel eine viel vollkommnere Unterlage geben.

Man hüte sich ja, dergleichen Plateform-Constructionen für ewig dauernd zu halten, und setze vielmehr voraus, dafs gar wohl öftere Reparationen an denselben nöthig sein werden, und dafs sie deshalb, eben wie andere Bau-

constructionen, einer beständigen sorgfältigen Aufsicht und öfterer Herstellungen bedürfen. Thut man das, so wird man damit zufrieden sein und ihrer Vortheile, die doch auch grofs sind, ohne Verdrufs sich erfreuen können.

Anwenduug des Cementmörtels in Verbindung mit Kalkmörteltünche.

Zum Schlusse will ich noch einer Benutzung des Cements gedenken, die eben so neu als vortrefflich ist. Ich habe wenigstens nie gehört, dafs sie schon bekannt und irgendwo empfohlen sei. Der Anlafs, durch welchen ich zur Kenntnifs derselben gelangt bin, ist folgender.

Den Gewänden (Spaletten) der Fenster in Wohngebäuden pflegt man nemlich im Innern bekanntlich Futter und Verkleidungen von Holz zu geben. In Fachwerksgebäuden ist dies auch ganz gut, und nicht sehr kostspielig: in steinernen Gebäuden aber, wo man die Futter wegen ihrer Tiefe von eingefafster Arbeit machen mufs, sind sie nicht nur sehr kostspielig, sondern sie erreichen auch den Zweck, die Fensterrahmen so zu dichten, dafs zwischen den Blendrahmen und den gemauerten Gewänden kein Luftzug entstehn kann, nicht vollkommen, da Futter und Verkleidungen doch immer etwas zusammentrocknen und alsdann zwischen ihnen und den Blendrahmen, so wie zwischen den Verkleidungen und der Tünche, die Luft durchziehen kann. Man kann nun zwar die Fenstergewände einfach tünchen lassen, wodurch schon eine gröfsere Luftdichtigkeit erlangt wird: allein dann erhält man Tünchekanten, die beständig dem Abstofsen ausgesetzt sind; und Papiertapeten werden auf solchen getünchten Gewänden leicht beschädigt.

Ich hatte nun in meinem Hause in den Hauptstockwerken den Fenstergewänden hölzerne Futter und Verkleidungen geben lassen; in dem obersten Stockwerk wollte ich aber die Kosten gern sparen, und suchte also nach einem Mittel, die zu den Gewänden zu nehmende Tünchmasse zu verbessern, um dauerhaftere Kanten zu bekommen. Ein Weifsbindergesell [In Cassel machen die Tüncher ein besonderes Handwerk aus und nennen sich *Weifsbinder*. D. H.], der meine Absicht sahe, rieth mir, das Mauerwerk der Gewände rauh mit Cementmörtel überziehen und darüber mit Sandkalk tünchen zu lassen; ich erwiederte, Cement würde an diesen Stellen, die so sehr den Sonnenstrahlen ausgesetzt sind, rissig werden, und Sandkalk werde nicht fest genug sein, um Kanten zu halten; der Arbeiter meinte indessen, diese Zusammensetzung gebe eine ganz vortreffliche Tünche: ich möchte nur einen Versuch damit machen; er habe das gethan und es werde mich nicht gereuen.

Der Versuch fiel über alle Erwartung günstig aus. Es entsteht hier etwas, was wirklich zu verwundern ist, nemlich, dafs das gewöhnlichste Material, der Sandkalk, sich gleichsam *in ein anderes* verwandelt; wenigstens andere Eigenschaften bekommt, als es sonst hat. Der Sandkalk wird so hart und eisenfest, dafs er keinen Eindruck des schärfsten Werkzeuges annimmt, behält aber dabei einen gewissen Grad von Zähigkeit, so dafs er auch nicht reifst und springt, oder gar abblättert. Dabei läfst er sich geschmeidig formen, und es ist, als erhielte er beim Trocknen eine noch gleichförmigere, ebenere Oberfläche als sonst: mit einem Worte, man bekommt eine *vortreffliche* Tünche, die jede andere übertrifft. Gipstünche ist weicher und leidet von der Feuchtigkeit: Cement ist zu spröde und leidet von den Sonnenstrahlen: gewöhnliche Sandkalktünche ist zerreiblicher und weniger fein, auch ebensowohl der Zerstörung durch Feuchtigkeit ausgesetzt: noch mehr ist dies der Lehm-Überzug.

Anfangs war die Tünche weifs, wie es der Sandkalk immer ist; jetzt, wo sie sechs Jahr alt ist, hat sie vollkommen die Farbe des Cements angenommen, der sie gleichsam durchgebeizt hat. Nur Eins ist zu bemerken: zum Ölfarben-Anstrich ist sie nicht geeignet; die Ölfarbe zieht sogleich in dieselbe ein, verliert allen Glanz, und das Öl ist wie verschwunden. Auch glaube ich, dafs zartere Pflanzenfarben durch die Tünche, wie schon auf gewöhnlicher Sandkalktünche geschieht, leiden würden, also auch Papiertapeten auf dieser Tünche nicht unbeschädigt bleiben könnten.

Die ungemeine Dichtigkeit und Festigkeit dieser Tünchen-Zusammensetzung veranlafste mich, sie nicht nur zu allen damals noch in meinem Hause zu machenden Fenstergewänden anzuwenden, sondern auch einen Versuch damit an einem feuchten Orte, und zwar an einem Gewölbe zu machen, welches so feucht war, dafs selbst ein Cement-Überzug, wiewohl er erhärtet war, nicht ganz die Feuchtigkeit zu hemmen schien; wenigstens mehrmals wiederholt werden mufste, um die Stellen, wo das Wasser durchdrang, trocken zu machen. Ich liefs Stellen, die noch nafs waren, etwa $\frac{1}{2}$ Zoll dick mit Cementmörtel überziehn und darauf eben so dick Sandkalk rauh anwerfen. War nun der vorhin erzählte Versuch schon günstig ausgefallen, so war das Resultat dieses zweiten wo möglich noch vortheilhafter: die Feuchtigkeit war verschwunden und der Mörtel hatte eine Dichtigkeit und Zähigkeit erlangt, die man sich gar nicht vorstellen kann, wenn man sie nicht gesehen hat; man möchte sagen, er vereinigte die Eigenschaften von Eisen und Leder. Dabei ist die vollkommne Verbindung, welche diese beiden Tünchen-Überzüge unter einander und mit dem Mauer-

werk (diesesmal waren es Sandsteine) eingehn, nicht genug zu rühmen. Der Sandkalk allein würde hier nimmer fest geworden sein; das stark durchdringende Wasser hätte ihn gar nicht zum Binden kommen lassen; ein mehrmaliger Cement-Überzug aber wäre nicht allein theurer gewesen, sondern er würde dennoch keinen so vollkommnen Erfolg gehabt haben; denn, wie bereits oben erwähnt, behält der Cement an solchen feuchten Orten, wenn er auch das eigentliche Durchdringen der Feuchtigkeit verhindert, doch immer einen gewissen Grad von innerer Feuchtigkeit, der bei der über den Cement gebrachten Sandkalktünchung nicht mehr zu entdecken ist.

Darauf habe ich auch noch den Versuch gemacht, eine der Witterung sehr ausgesetzte Futtermauer, die schon zweimal vergebens mit Sandkalk getüncht worden war, auf diese Weise überziehen zu lassen. Dieselbe besteht unten aus Sandsteinmauerwerk, ihre Brüstung aber ist zehn Zoll dick aus gebrannten Lehmsteinen gemauert und ihre äufsere Fläche ist gegen Südwesten gerichtet, von wo in hiesiger Gegend die heftigsten Regen und Stürme kommen; zugleich ist sie auch den Einwirkungen der Sonnenstrahlen sehr ausgesetzt, da die Nachmittagssonne sie stark trifft. Ich habe diese Brüstungsmauer und einen Theil der Sandsteinmauer auf die beschriebene Art erst mit Cement und dann mit Sandkalk tünchen lassen, auch selbst daran ein 80 F. langes Kranzgesims auf diese Weise erst rauh aus Cement und dann darüber her aus Sandkalk ziehen lassen. Ist nun gleich diese Arbeit noch nicht seit so lange gemacht, um ein vollkommen sicheres Urtheil darüber fällen zu können (denn sie übersteht jetzt erst den ersten Winter), so zeigt sich doch schon, dafs sie besser sei, als die Tünchung blofs mit Sandkalk, welche schon früher schadhaft wurde. Sollte sie sich völlig bewähren, so wäre dadurch das Äufserste erreicht, was sich von einer Tünche verlangen läfst. Aber auch, selbst wenn es nicht geschehn sollte, da es sehr schwer ist, dafs an einer Mauer, die von Innen feucht, von Aufsen abwechselnd dem Frost, dem Regen und der Sonnenwärme ausgesetzt ist, eine Tünche vollkommen haltbar sei, so sind doch die schon erlangten Resultate so wichtig, dafs sie die Güte des Verfahrens bekunden, und ich bin überzeugt, dafs Jeder, der dasselbe erproben will, nicht nur das Gesagte bestätigt, sondern auch seine Erwartungen noch übertroffen sehen wird; so dafs ich dasselbe aus voller Überzeugung bestens empfehlen kann.

Da nicht vorauszusetzen ist, dafs jedem Leser, der sich nach Lesung des vorstehenden Aufsatzes etwa geneigt finden möchte, den Casseler Cement zu benutzen, die Adresse, unter welcher er verschrieben wird, bekannt sei, so bemerke ich, dafs der Cement aus Cassel unter der Adresse:

„*Ernst Koch,* Pulvermühle bei Cassel"

und aus Hanau unter der Adresse:

„*Ernst Koch*'sche Cementfabrik,"

bezogen wird.

Der Centner kostet Drei Viertel Thaler, und für ein Fafs, welches fünf bis sechs Centner enthält und aus tannenen Brettern zusammengesetzt ist, wird aufserdem Ein Thaler berechnet.

Nach der Erfahrung des Fabricanten giebt 1 Centner oder $2\frac{1}{2}$ Cubikfufs trockner Cement $1\frac{1}{2}$ Cubikfufs erhärtete Masse, ohne den Sand, der, wenn auch nicht ganz in gleichem Maafse wie sein cubischer Inhalt, doch natürlich, nachdem mehr oder weniger zugesetzt wird, das Volumen vermehrt.

[Der Cubikfufs Cementmasse würde also darnach *ohne* Sand etwa 18 Silbergroschen, mit 50 p. C. Sand gemengt 12 Sgr. und mit 100 p. C. Sand gemengt etwa 9 Sgr. kosten; wozu aber noch die Transportkosten des Cements, die des Sandes und des Mengens und Knetens der Masse kommen. D. H.]

10.

Über practisch-richtiges Nivelliren oder Wasserwägen.

(Von *Carl Reinhold*, Königl. Hannöverschem Geometer.)

(Schlufs des Aufsatzes No. 1. im ersten und No. 6. im zweiten Hefte dieses Bandes.)

---

§. 5.

Zur Übersicht, wie viele schiffbare und unschiffbare Strecken in den verschiedenen Normaltheilen des Längenprofils sich befinden, sind die Perpendikel für das Grundbette in den Spalten 11 und 12 in diesen beiden Classen von 10 zu 10 Ruthen vertheilt. Bei der Trennung der beiden Classen, sowohl der Längen- als der Querprofile, ist vorläufig folgender Grundsatz angenommen worden, ohne welchen man die Übersicht nicht geben konnte, die zur Vorausbeurtheilung des Flusses nützlich und nöthig war.

Da die Ems bisher gewöhnlich von den sogenannten Münsterschen Punten befahren wird und sich die Tiefe, welche man einem Strome zu verschaffen suchen will, nach der Tiefe der darauf seit 100 und mehreren Jahren üblichen Fahrzeuge zu richten hat, wenn nicht andere Fahrzeuge eingeführt werden sollen, was hier nicht der Fall war, so konnte hier die Tiefe des Fahrwassers, wenn es auf das niedrigste Sommerwasser oder den Nullwasserstand von Lingen herabgesunken ist, nur danach bestimmt werden, wie tief die auf der Ems üblichen Schiffe, beladen, gewöhnlich ins Wasser gehen.

Die meisten, und fast alle Besitzer von Fahrzeugen auf der Ems zwischen Halte und Greven wohnen in dem Dorfe Haaren am linken Ufer unweit Meppen. Nach der Angabe einiger Schiffsbesitzer daselbst waren damals in Haaren vorhanden:

7 grofse Punten, von 55 Fufs lang, 16 Fufs breit und 4 Fufs tief in der Mitte des Raumes. Sie tragen jede 15 Lasten Roggen von 4000 Pfund schwer und gehen beladen 3 Fufs, ledig $1\frac{1}{2}$ Fufs tief ins Wasser.

26 kleinere Punten oder sogenannte ***Puntschiffe***, von 45 Fufs lang, 13 Fufs breit und 4 Fufs tief in der Mitte des Raumes. Jedes dieser Schiffe ladet 8 bis 10 Lasten Roggen zu 4000 Pfund schwer und geht beladen $2\frac{1}{2}$ Fufs tief, ledig nur 1 Fufs tief ins Wasser.

Da nun von den letztern, kleineren Puntschiffen schon bei weitem mehr vorhanden und die gröfsern von ihren Besitzern fast alle in kleinere umgebaut sind, oder doch umgebaut werden sollen, indem die kleinern eines geringern Wasserstandes bedürfen, und folglich länger im Jahr fahren können, auch von *einem* Pferde fortgeschafft werden, statt dafs zu jenen *zwei* Pferde nöthig sind, was die Transportkosten unverhältnifsmäfsig gegen den Nutzen vermehrt: so mufs man die Tiefe von 2½ Fufs, auf welche ***die kleinern Fahrzeuge beladen ins Wasser gehen, als Norm der Tiefe des niedrigen Sommerfahrwassers annehmen.*** Es ist demnach eine Tiefe des Fahrwassers von *drei* Fufs Rheinl. hinreichend. Dies kommt auch mit der Bestimmung in der Instruction überein, welche das gewöhnliche fahrbare Puntenwasser zu 2 Fufs 3 Zoll über der Null des Lingener Marqueurs angiebt. Da nemlich die geringsten Tiefen des Fahrwassers der Ems beim Nullwasserstande von Lingen zwischen 6 und 12 Zoll sind, also im Durchschnitt bis auf 9 Zoll abnehmen, so würde bei einem Wasserstande von 2 Fufs 9 Zoll über Null, jene 9 Zoll dazu gerechnet, ein fahrbarer Wasserstand von 3 Fufs herauskommen, der der letztern Art von Punten noch einen Zwischenraum zwischen Boden und Grundbette von 6 Zoll läfst; welcher hinreichend ist; zumal auf sehr fliefsendem Sande, welcher bei einiger Bewegung eines darauf gerathenen Fahrzeugs leicht ausweicht; welcher Umstand den Schiffen bei niedrigem Wasserstande sehr zu Statten kommt, da sie leicht wieder flott werden. Eine *Tiefe* von 3 Fufs für das Fahrwasser ist also überall hinreichend.

Die ***Breite*** einer Punte ist 13 bis 16 Fufs; wofür man im Durchschnitt 15 Fufs annehmen kann. Und da nun die auf drei Fufs Tiefe zu bringende Fahrbahn überall so breit sein mufs, dafs zwei Schiffe ***nebeneinander*** herfahren können, ohne sich zu berühren und aneinander zu stofsen, so würden für zwei neben einander herfahrende Schiffe von 15 Fufs breit . . 30 Fufs
und an Zwischenraum etwa . . . . . 6 –
also eine Breite der schiffbaren Fahrbahn von . . . . . 36 Fufs
Rheinl. nöthig sein; die nicht überflüssig ist, weil sie im Strome durch manche zufällige Hindernisse, als Bäume, Steine, Sandbänke und Concaven, Serpentinen etc. doch noch hin und wieder vermindert wird.

Wir wollen also hier die fahrbare Tiefe auf 3 F. Rheinl. und die Breite der Fahrbahn auf 36 F. oder 3 Ruthen Rheinl. Werkmaafs für die Ems annehmen.

In den Resultatstabellen des Längenprofils sind danach alle Stromstrecken, welche beim Lingener Nullwasserstande weniger als 3 F. Tiefe haben, in die

Classe der *unschiffbaren*, und dagegen diejenigen, welche 3 Fufs und darüber tief sind, in die Classe der *schiffbaren* gesetzt. In den Resultatstabellen der Querprofile sind diejenigen Querprofile unter die *schiffbaren* gesetzt, welche beim Nullwasserstande von Lingen ein Fahrwasser von 36 F. breit und 3 F. tief und darüber geben, und diejenigen in die *unschiffbare* Classe, welche schmaler und flacher sind. Die Querprofile, deren Maafse entweder genau so grofs, oder etwas weniges *gröfser* sind, sind *Normalprofile*, und diejenigen, welche *fast* diejenigen Maafse haben, jedoch nicht ganz, *Grenzprofile* genannt worden. Nach dieser Art kann im Längenprofile eine Strecke, die zwar die fahrbare *Tiefe* von 3 F., aber nicht die fahrbare *Breite* von 36 F. hat, in den nivellitischen Resultatstabellen als schiffbar sich zeigen, wenn sie es gleich wegen fehlender Breite der Fahrbahn, die nur aus den Querprofilen zu ersehen, nicht ist. Dieser kleine Übelstand ist aber nicht zu vermeiden, wenn man nicht alle 10 Ruthen ein Querprofil mifst, wozu gar zu viel Zeit und Kosten gehören würden. Aus den beiden nächsten Querprofilen ober- und unterhalb, wenn die Tiefe bedeutend und das Gefälle geringer ist, läfst sich aber schon beurtheilen, ob eine Strecke fahrbar sei, oder nicht.

Die Strecke der Ems von Halte bis zum Pegel No. 32. bei Rhede, von 3200 R. lang, wird als fahrbar für die Punten angenommen, da hier durch die tägliche Fluth das Wasser so anschwillt, dafs es noch bei *halber Ebbe* und *halber Fluth* fahrbar bleibt, auch selbst bei der niedrigsten Ebbe gröfstentheils noch fahrbar ist. Von Rhede an aber müssen nach den Längenprofilen die Stromtiefe und die Querprofile entscheiden.

Die summarische Übersicht dieser Strecken ist folgende:

1. Von Halter Siel bis Rhede oder von 0 bis zum Pegel No. 32. sind	3 200 R.	wegen der Ebbe und Fluth schiffbar.	
2. Von Rhede bis Meppen, vom Pegel No. 32. bis No. 250. sind	16 270 R.	schiffbar und	5 430 R. unschiffbar.
3. Von Meppen bis Lingen, vom Pegel No. 250. bis No. 335. sind	3 200 R.	schiffbar und	5 400 R. unschiffbar.
4. Von Lingen bis zur Preufs. Grenze, vom Pegel No. 335. No. 431 50 sind . . .	4 190 R.	schiffbar und	5 510 R. unschiffbar.
Zusammen also sind	26 860 R.	schiffbar und	16 440 R. unschiffbar;

und zwar beim niedrigsten Sommerwasserstande oder dem Nullwasserstande von Lingen.

In der Ebbe- und Fluthstrecke ist nach der Vorschrift der niedrigste Ebbespiegel vom Pegel No. 52. bis zum Halter Nullpunct angegeben. Der niedrigste Ebbespiegel vom 26. October war zufällig mit dem vom 6. September bei Rhede gleich; und da er an beiden Tagen beobachtet ist, so hat man ihn beibehalten und den einen dem andern gemäfs rectificirt. Der Fluthspiegel ist aber auf dem Längenprofile am 6. Sept. angegeben, weil am 26. Oct. die meisten Pegel in jener Gegend weggerissen waren, also der Wasserstand nicht genau beobachtet werden konnte.

Hiernach hat der Ebbespiegel, der ebenfalls auf Lingner Null reducirt, das heifst um 0,25 Fufs erniedrigt ist, bis wohin er auch herunterfallen kann, folgende Gefälle:

Vom Pegel No. 52. bei Harbrum, wo die Ebbe und die Fluth am 6. Sept. in einen Punct genau zusammen liefen, bis Rhede	3,26 F.
Von Rhede bis Halte, 1,50 F. ***unter*** Null des Halter Marqueurs, .	2,00 –
Thut zusammen an Gefälle des Ebbespiegels vom Pegel No. 52. bis Halter Null auf 1200 R. Länge	5,26 F.

Die Fluth dagegen hat einen Fall rückwärts nach Rhede, bei einem Wasserstande von 4,66 F. ***über*** Halter Null und von 0,62 F. über der Null des Rheder Marqueurs am 6. Sept. von . . . . . 2,46 F.

Von Rhede heraufwärts bis zum Pegel No. 52. bei Harbrum wurde das Wasser an jenem Tage zwar um etwas durch die Fluth zurückgehalten und aufgestaut: eine Rückströmung der Fluth bis dorthin fand aber nicht Statt, sondern es fand sich umgekehrt vom Pegel No. 52. bis Rhede ein Fall von 1,56 F. Die Bewegung des Wassers war hier während der Fluthzeit noch sichtbar. Dagegen von Halte nach Rhede hinauf, bis ***unterhalb*** der Rheder Brücke, in der Nähe von Rhede, war sie ziemlich unmerklich.

Da die Fluth nicht aller Orten zugleich eintritt: zu Halte schon, wenn es weiter herauf bei Rhede noch einige Stunden ebbet; und auch eben so das höchste Wasser an verschiedenen Orten zu verschiedenen Zeitpuncten nicht an allen Puncten der Fluthstrecke zugleich, dieser Zeitpunct aber für jeden Punct des Stroms auszumitteln beinahe nicht möglich ist, weil er von der Höhe der Fluth, von der Stärke des Windes und dessen Richtung u. s. w. abhängt: so ist an keine genaue Ausmittlung des Fluthspiegels und Bemerkung desselben an jedem Pegel mittels Einschlagen von Nägeln zu denken, indem die Fluth

nichts anders als eine sich verlaufende Oscillation des Meerwassers ist. Man hat sich daher begnügen müssen, die Höhe der Fluth so genau als möglich auszumitteln, sie zu berechnen und ihr im Längenprofile von Rhede bis Halte ein constantes Gefälle zu geben, welches durch die beiden Marqueurs zu Rhede und Halte am 6. Sept: bestimmt wurde.

Um die Ebbe und Fluthlinie genau zu bestimmen, müfste man Pegel setzen, deren eingetheilte Stangen auf Korkscheiben in einem hölzernen Kasten oder in einer viereckigen Röhre auf und nieder schwimmen können und deren Nullpuncte durch das Nivellement gemessen wären. Wenn die Fluth einen solchen schwimmenden Pegel bis zum höchsten Puncte gehoben hat, müfste ein Sperrhaken in die gezahnte Stange des Pegels fassen, um ihn mit der Ebbe nicht wieder sinken zu lassen. Alsdann gäbe der Pegel an diesem Puncte die Höhe der Fluth, welche Statt gefunden hat, genau an. Gleiche Ebbepegel, die durch einen Sperrhaken verhindert würden, mit der Fluth zu steigen, würden den Ebbespiegel angeben. Durch mehrere solche, in Röhren von etwa 6 Zoll im Quadrat schwimmende Pegel würde sich in einer Ebbe- und Fluthstrecke der Fluth- und Ebbespiegel ausmitteln lassen, wenn sie vorher durch das Nivellement festgelegt worden sind. Mangel an Zeit hat aber den Nivelleur abgehalten, diese Idee auszuführen, die er jedoch in ähnlichen Fällen für anwendbar hält.

Auch Geschwindigkeitsmessungen der Fluth haben nicht angestellt werden können, weil es damals an einem Woltmannschen Flügel dazu fehlte. Bei einer solchen Messung hätte müssen 6 Stunden lang die Fluth ununterbrochen beobachtet werden, wozu wenigstens zwei Flügel nöthig waren, da nur 100 Umläufe am Rade beobachtet werden können und der Flügel dann herausgenommen werden mufs. Mit der Kugel liefs sich die Geschwindigkeit damals wegen steten Windes und Wellenschlages nicht messen. Es ist deshalb unterblieben.

Beschreibung der hydrometrischen Untersuchungen und der Querprofilirung der Ems.

Die Berechnung der Beobachtungen und die Reduction der Profile, durch welche man die Normalconsumtion in den Normalstrecken der Ems ausmittelte, sind nach folgender Methode gemacht. Nach den gemessenen Profilen, die sich in den hydrometrischen Resultatstabellen und auf der summarischen Consumtionstabelle für die verschiedenen Normalstreken der Ems und deren

Zuflüsse auf den Nullwasserstand von Lingen reducirt angegeben finden, ist die Geschwindigkeit der Zwischenprofile nach derjenigen Normalconsumtion, welche jeder Strecke zukommt, berechnet.

Die Querprofile an Ort und Stelle wurden auf folgende Art gemessen.

1. Messung der Profile.

Nachdem die Höhe der Ufer über dem Wasser bei *a* und *b* (Taf. III. Fig. 3.) mit dem Niveau gemessen war, und zwar am linken Ufer, vom Terrainpfahle an, am andern Morgen gewöhnlich bis zum höchsten Terrainpuncte, wurde eine in einzelne Rheinländische Ruthen getheilte Leine rechtwinklig auf die Ufer quer über den Flufs gespannt und an Pfähle befestigt. An dieser Leine wurden die Tiefen des Querschnitts, vom Wasserspiegel an bis aufs Flufsbette, mit einer in ganze und Viertelfufse eingetheilten Stange von Ruthe zu Ruthe gemessen. Die Länge einer Ruthe an der ausgespannten Leine wurde mit einem Maafsstabe bis auf einen Viertelfufs genau gemessen und dann eine gleichförmige Dehnung der Leine genommen. Diese Correction war nöthig, weil sich die Leine durch die Nässe und Anspannung von 12 bis auf $13\frac{3}{4}$ F. auf die Ruthe abwechselnd dehnte. Die Dehnung wurde notirt und bei den Querprofilen in Rechnung gebracht.

So wie die Messung der Querprofile fortrückte, wurde auch das Längenprofil in dem Stromstriche aufgenommen und demnächst am 26. October und zu andern Zeiten, wo man die Ems befuhr, wieder nachgesehen. Die Tiefen des Stroms sind, nach der Länge desselben gerechnet, der Vorschrift gemäfs von 10 zu 10 Ruthen gemessen, und es dienten dabei die am Ufer von 50 zu 50 Ruthen stehenden Terrainpfähle, so wie die Pegel von 100 zu 100 R., zu festen Anhaltspuncten. Zwischen diesen festen, mit der Kette abgemessenen Pfählen wurden die Entfernungen von 10 zu 10 Ruthen von einem eingeübten Gehülfen *abgeschritten*. Zwei Decimalfufs Rheinl. auf einen gewöhnlichen Schritt gerechnet, kommen auf die Ruthe 5, auf 10 Ruthen 50 und auf 50 Ruthen 250 Schritte. Das Abschreiten war sicher, da es alle 50 Ruthen durch die Nivellementsterrainpfähle corrigirt wurde. So oft der Gehülfe 50 Schritt zu 2 Fufs gemacht hatte, wurde die Tiefe gemessen; und so weiter, bis man an den Terrainpfahl gelangt war, wo dann, demselben genau gegenüber, die Tiefe im Stromstriche wieder genau gemessen wurde.

Zur Ausmittlung des Stromstrichs haben wir uns der Kosten-Ersparung wegen keiner Punte und keines Schiffers als Lootsen bedient, sondern den

Stromstrich selbst aufgesucht. Er liegt gewöhnlich an den concaven Ufern, auf regulairen Strecken in der Mitte und beim Übergang von concaven nach convexen Ufern in der Diagonale des Stroms. In der Ems verändert er sich aber oft, wegen ihres sehr beweglichen Triebsandes und der dadurch jährlich entstehenden und vergehenden Sandbänke.

Die Länge der auf dem festen Ufer mit der Kette von 50 zu 50 R. genau abgemessenen Nivellementslinie mufs natürlich an manchen Stellen von der Länge des neben diesen Distanzen liegenden Stroms um etwas abweichen; besonders in den Krümmungen. Denn wenn man z. B. an die Concave *def* (Taf. III. Fig. 4.) die Nivellementslinie *abc* legt, und die Entfernungen *ab* und *bc* mit der Kette zu 50 Ruthen abmifst, und der Stromstrich γ liegt am jenseitigen Ufer *def*, so ist der Bogen *def*, welchen der Stromstrich beschreibt, länger als der Bogen *abc* der Nivellementsterrainlinie, weil jener den längern Radius *ge*, dieser den kürzern Halbmesser *gb* hat. Da man indessen nicht auf dem Wasser längs des Stromstrichs γ messen kann, so bleibt nichts übrig, als sich an die Terrainlinie *abc* zu halten, die dann auf dem Längenprofile als eine gerade Linie erscheint. Will man die wirklichen Entfernungen der Tiefenperpendikel auf dem Wasser genauer wissen, so mufs man auf der Stromcarte die Entfernung zwischen zwei Pegeln mit dem Zirkel in zehn Theile theilen und deren Entfernung auf dem Maafsstabe nehmen, weil die Pegel nicht, wie die Terrainpfähle, 100 gemessene Ruthen auseinander stehen, sondern hier etwas mehr, dort weniger.

Diese bei jedem Stromnivellement unvermeidliche Differenz ist jedoch von keinem schädlichen Einflusse, da der den Bau leitende Baubeamte den Strom ohnehin genau kennen mufs.

2. Beobachtung der Geschwindigkeit.

a. Mit der Kugel.

Für jede der beiden Sectionen des Ingenieurs waren zwei blecherne weifsgefärbte Kugeln von etwa 8 Zoll im Durchmesser verfertigt, die so weit mit Wasser angefüllt wurden, dafs sie nur noch schwimmend sichtbar blieben, damit der Wind sie nicht treiben konnte. An ihrem Halse war ein kleines, 6 Zoll im Gevierte grofses schwimmendes Brettchen an einer 1 F. langen Schnur befestigt, um die Kugel mittels eines Hakens wieder auffangen zu können.

Nachdem 5 R. oberhalb und 5 R. unterhalb des Querschnitts, in welchem die Geschwindigkeiten gemessen werden sollten, abgeschritten waren, wurde

von dem oberhalb liegenden Boote aus die Kugel ins Wasser geworfen und von dem unterhalb liegenden wieder aufgefangen.

Die obere Breite des Querschnitts wurde an der Leine in so viele gleiche Theile (gewöhnlich in 3) getheilt, als Beobachtungen gemacht werden sollten. Hierauf wurde die Kugel oberhalb der 5 Ruthen nach oben so eingelegt, dafs sie durch die Mitte der ersten Section gehen mufste, und nach einer Secunden-Uhr wurde die Zeit, in welcher sie die abgemessenen 10 R. durchlief, beobachtet.

Eben so wurde in der zweiten und in den folgenden Sectionen verfahren und jeder Versuch gewöhnlich zwei- bis dreimal wiederholt; mehrerer Gewifsheit wegen, und um allenfalls das Mittel aus den Versuchen zu nehmen.

b. Mit dem Woltmannschen Flügel.

Erst nachdem der Flügel durch mehrere Verbesserungen in Stand gesetzt war, wurde er angewandt.

Die Eintheilung in Sectionen des Querschnitts war dieselbe, wie bei den Kugelbeobachtungen. In der Mitte jeder Section wurde der Flügel, wenn die Tiefe daselbst nicht über 6 F. betrug, bis auf die halbe Tiefe des Perpendikels an dieser Stelle an einer Stange eingesenkt, und es wurde die Zahl der Umläufe, welche der Flügel hier in einer nach einer Secunden-Uhr genau beobachteten Minute machte, gezählt. Dieses wurde in jeder Section so oft wiederholt, bis zwei oder mehrere Beobachtungen nahe dieselbe Zahl von Umläufen gaben. An Stellen, die über 6 Fufs tief waren, sind in derselben Perpendiculaire zwei bis drei Beobachtungen *über*einander gemacht worden. Alle diese Beobachtungen wurden an Ort und Stelle im Journale notirt, um dann zu Hause daraus die nöthigen Resultate berechnen zu können.

Um den Betrag einer Umdrehung des Flügels für eine verschiedene Zahl von Umdrehungen in einer Minute zu erfahren, ohne sich auf die Theorie oder auf Correctionstabellen, welche auf Hypothesen gegründet sind, zu verlassen, wurde der Flügel einigemale in stillstehendem Wasser ajustirt. Wegen der zu schwachen Schrauben wurden zwei Flügel unter einem Winkel von 45 Graden in der Scheibe festgelöthet, die übrigen beiden Flügel aber, als Reserve, nicht gebraucht. Die beiden Flügel waren zuerst 1,09 F. lang, und als sie unter einem Winkel von 45 Grad auf der Stellscheibe eingesetzt wurden, war die Länge einer Umdrehung $1{,}09 \times \pi = 1{,}09 \times 3{,}14 = 3{,}4226$ Fufs. Durch das Einlöthen wurden die Flügel um 3 Linien kürzer, und eine Umdrehung

betrug also jetzt nur $1{,}06 \times 3{,}14 = 3{,}3284$ F. Je nachdem nun der Flügel in langsamer oder geschwinder fliefsendem Wasser langsamer oder schneller umläuft, hat die Reibung und Klebrigkeit des Wassers mehr oder weniger Einflufs auf ihn; welches sich nur durch Versuche ausmitteln läfst, und auch durch einige und zwanzig zu verschiedener Zeit in einem Binnencanale auf stillstehendem Wasser gemachten Versuche ausgemittelt worden ist. Es wurde nemlich eine Linie von 20 bis 30 Ruthen lang an dem Canale mit dem Maafsstabe abgemessen und mit Stangen bezeichnet. Der Flügel war an eine Stange befestigt, an welcher er von einem Gehülfen aus dem Boote ins Wasser gehalten wurde. Das Boot wurde von Jemand fortgezogen. Sobald nun im Fahren der Flügel an der ersten Stange ankam, wurde die Schnur angezogen und die Secunden-Uhr freigelassen. In dem Augenblicke, wo der Flügel wieder am Ende der Station oder bei der zweiten Stange ankam, wurde die Flügelschnur nachgelassen und die Secunden-Uhr gehemmt. Aus dem durchlaufenen Raume, der Zahl der Umläufe und der Zeit ergab sich also, welcher Werth einem Umlaufe des Flügels zukam. Diese Versuche wurden einige und zwanzigmale wiederholt, und zwar wurde das Boot erst einigemale sehr langsam, Schritt um Schritt, dann einigemale in schnellem Schritt, dann im Trabe, und endlich in vollem Lauf durch die abgemessene Distanz gezogen und stets die Zeit dabei an der Secunden-Uhr beobachtet. Daraus ergaben sich die verschiedenen Werthe eines Umlaufs für verschiedene Geschwindigkeiten des Wassers. Die Berechnung hienach hat folgende Resultate gegeben.

	Zahl der Umdrehungen des Flügels in einer Minute.		Mittler Betrag der Geschwindigkeit des Wassers in der Secunde, für eine Umdrehung.
1.	Bei 6 bis 12 Umdrehungen	. . .	3,83 Fufs Rheinl. Geschwindigkeit.
2.	- 12 - 35 - - -	. . .	3,62 - - - - -
3.	- 35 - 41 - - -	. . .	3,55 - - - - -
4.	- 41 - 68 - - -	. . .	3,48 - - - - -
5.	- 68 - 113 - - -	. . .	3,35 - - - - -
			17,83 Mittel = 3,56 Fufs.

Diese Werthe haben sich auch bei einem wiederholten dritten Versuche bestätigt gefunden und sind also bei der Berechnung der Consumtion angenommen worden.

Die Vergleichung der Berechnung nach der *Theorie*, nach welcher für eine Flügellänge von 1,06 Fufs der Werth eines Umlaufs 3,328 F. sein soll, ergiebt, dafs dieser dem durch Versuche ausgemittelten Werthe von 3,35 am

nächsten kommt, wenn der Flügel die *größte* Geschwindigkeit von 68 bis 113 Umläufen in der Minute hat. Das Mittel aus den 5 Umlaufswerthen von 3,56 Fufs kommt dem Umdrehungswerth von 3,55 am nächsten, wenn der Flügel 35 bis 41mal in einer Minute umläuft. So scheint mir die Geschwindigkeit genau genug, und so weit es unvermeidliche Instrumentenfehler und unsichtbare Anomalieen in der Bewegung des Wassers zulassen, ausgemittelt worden zu sein.

Häufig wiederholte Geschwindigkeitmessungen mit der Kugel geben, nach einer summarischen Durchschnittsberechnung, beinahe denselben Wasser-Ergufs, wie die Beobachtungen mit dem Flügel; so dafs also die Kugel gar kein verwerfliches Instrument zum Geschwindigkeitmessen ist. Wenn man sie dadurch noch vervollkommnet, dafs man sie an einem steifen Drathe mittels einer kleinen angeschraubten Korkscheibe in bestimmten Wassertiefen schwimmen lassen, also auch in den mittlern Tiefen, eben wie oben, die Geschwindigkeit des Wassers damit messen kann, dürfte sie dem Flügel gleich zu schätzen sein, der ebenfalls seine Fehler hat, und in Tiefen über 12 bis 15 Fufs gar nicht, oder nur höchst mühsam an langen Stangen herunter gelassen werden kann, die dann bei schnellem Wasserstrome zu sehr zittern. Der Bruiningsche Strommesser ist zu complicirt, und andere haben wieder andere Mängel. Für den practischen Gebrauch scheint mir die vervollkommnete Kugel und der Woltmannsche Flügel hinreichend, bis man ein noch vollkommneres Instrument erfunden haben wird, durch welches dann auch vielleicht die noch unvollkommene Theorie der Bewegung des Wassers in Strombetten wird weiter berichtigt werden können.

Zu den häuslichen Arbeiten gehörten folgende Berechnungen.

1. ***Die Berechnung des Quadrat-Inhalts der Querprofile*** geschahe folgendermaafsen.

Es sei die Länge der Ruthe an der eingetheilten Pegelleine in ihrer Spannung oder Dehnung . . . . . $= m$ Fufs.

Der letzte Theil der Abscissen des Querprofils (Taf. III. Fig. 5.) sei $= d$ Fufs.

Die Stromtiefen seien . . . . . $= a', b', c', d', e', f', g', h'$:

so ist der Flächen-Inhalt des Profils $Q = (a+b+c+d+e+f+g+\frac{1}{2}h).m+\frac{1}{2}hd.$

Wenn nun die ganze obere gemessene Breite des Flusses . . $= \mathfrak{B}$

und die mittlere Tiefe . . . . . $= Z$

gesetzt wird, so ist die mittlere Tiefe . . . . . $Z = \frac{Q}{\mathfrak{B}}$;

nemlich gleich dem Quotienten der obern Breite in den Flächen-Inhalt des Querprofils. Auch findet man für die mittlere Tiefe, wenn man die Summe aller

Perpendikel $= S$ durch ihre Anzahl n plus Eins (wobei die beiden Endperpendikel, als Null, aufser Rechnung bleiben) dividirt:

$$Z = \frac{(a+b+c+d+e+f+g+h)}{n+1},$$

wenn n die Anzahl der Perpendikel ist.

Die ganze obere beobachtete Breite sei, wie vorhin, $= \mathfrak{B}$, der Wasserstand über Null des Lingener Marqueurs $= w$, die darnach reducirte obere Breite $= b$, so ist die auf die Lingener Null reducirte Profilfläche

$$q = Q - \tfrac{1}{2}(b+\mathfrak{B})w.$$

Soll nun ein Profil in mehreren, z. B. drei Sectionen berechnet werden, so ist die erste Section (Taf. III. Fig. 8.)

$$s = (a+b+\tfrac{1}{2}c)m,$$

die zweite Section

$$t = (\tfrac{1}{2}c+d+e+f)m$$

und die dritte Section

$$u = (\tfrac{1}{2}f+g+h)m.$$

2. *Berechnung der Wassermenge.*

a. Aus den Kugelbeobachtungen.

Die Fläche der gemessenen Section sei (Taf. III. Fig. 7.)

$$Q = s+t+u.$$

Den Weg von 10 Ruthen oder 120 Fufs habe die Kugel

in x in g Secunden,
in y in h - -
in z in i - -

gemacht, so ist die Geschwindigkeit

$$\text{in } x, = \frac{120}{g} = a \text{ Fufs},$$
$$\text{in } y, = \frac{120}{h} = b \text{ -}$$
$$\text{in } z, = \frac{120}{i} = c \text{ -}$$

in *einer* Secunde, und hieraus ist nach ***du Buat*** die mittlere Geschwindigkeit:

$$\text{in } xx = a\,(1-0{,}004x) = a',$$
$$\text{in } yy = b\,(1-0{,}004y) = b',$$
$$\text{in } zz = c\,(1-0{,}004z) = c'.$$

Der Coëfficient $1-0{,}004$ ist eine durch Versuche ermittelte constante Zahl; x, y nnd z sind die veränderlichen mittlern Tiefen der einzelnen Sectionen des Querprofils.

Die Wassermenge in einer Secunde ist also

in der ersten Section $= a's$,
in der zweiten Section $= b't$,
in der dritten Section $= c'u$,
Zusammen $= M$.

Die mittlere Geschwindigkeit ohne Reduction ist

$$= \frac{M}{Q} = V.$$

Die reducirte Profilhöhe sei . . . . . $= q$,
die reducirte mittlere Geschwindigkeit . . . . . $= v$,
die Perimeter des benetzten Flufsbettes seien . . . . . $= P$ und p,
so verhält sich

$$\sqrt{\frac{Q}{P}} : \sqrt{\frac{q}{p}} = V : v,$$

also ist

$$= V\sqrt{\left(\frac{q.P}{Q.p}\right)},$$

und die reducirte Wassermenge für eine Secunde ist

$$m = vq.$$

Diese Formel ist jedoch nur für regulaire Flufsstrecken zuverlässig.

b. Berechnung der Wassermenge aus den Beobachtungen mit dem Flügel.

Die Zahl der Umläufe des Flügels in *einer Minute* in der ersten Section (Taf. III. Fig. 8.) sei in $m = m$, in $n = n$, also im Durchschnitt für die Section,

$$\tfrac{1}{2}(m+n) = r.$$

Der Weg, welchen das Wasser bei einer Umdrehung des Flügels zurücklegt, wird für jedes r nach der obigen Tabelle genommen. Er sei $= l$. Alsdann ist die mittlere Geschwindigkeit in dieser Section $= \frac{r.l}{60}$ und folglich die Wassermenge in dieser Section auf *1 Secunde* für dieselbe

$$= \frac{r.l.s}{60} = m'.$$

In der zweiten und dritten Section sei die Anzahl der Umläufe in $O = o$, in $Z = z$. Der Weg, den das Wasser in einer Secunde zurückgelegt, sei in $O = l'$ und in $Z = l''$. Alsdann ist die mittlere Geschwindigkeit in der zweiten Section $\frac{ol'}{60}$ und die Wassermenge $\frac{o.l'}{60}.t = m''$.

Die mittlere Geschwindigkeit in der dritten Section ist $= \frac{z.l''}{60}$ und die Wassermenge in einer Secunde $= \frac{z.l''}{60}.u = m'''$.

Also war die Wassermenge zur Zeit der Beobachtung für den *ganzen* Querschnitt in einer Secunde $= m' + m'' + m''' = M$.

Die Reduction dieser gefundenen Wassermenge auf den Nullwasserstand von Lingen geschieht wie bei den Kugelbeobachtungen.

Zur Deutlichkeit mögen einige Beispiele in Zahlen die Formeln erläutern.

1. Beispiel der Berechnung des Flächen-Inhalts des Querschnitts:

Die Dehnung der Leine auf eine Ruthe war $\frac{1}{4}$ Fufs; mithin ist in der Berechnung statt einer Ruthe $12\frac{1}{4}$ Fufs zu setzen.

Der Querschnitt (Taf. III. Fig. 9.) giebt dann

1te Sect.	0	
	1	
	$1\frac{3}{4}$	
	$2\frac{3}{4}$	
	4	
	$4\frac{3}{4}$	
2te Sect.	$5\frac{1}{2}$	
	6	$\times 12\frac{1}{2} = 76\frac{3}{4} \times 12\frac{1}{4} = 940$ Q. F. $= Q$,
	$6\frac{1}{4}$	für die Fläche des ganzen Querschnitts.
	$6\frac{1}{2}$	
	$6\frac{3}{4}$	
3te Sect.	$7\frac{1}{4}$	
	$8\frac{1}{4}$	
	8	
	$7\frac{1}{4}$	
	$\frac{3}{4}$	
	Zusammen $76\frac{3}{4}$.	

Die obere beobachtete Breite ist $= 15.12\frac{1}{4} = 184$ F. $= \mathfrak{B}$; die obere reducirte Breite ist $= 177$ F. $= b$. Das Wasser stand 0,41 über Null in Lingen: daher ist die reducirte Fläche

$$= 940 - \frac{184+177}{2} \times 0{,}41 = 940 - 74 = 866 = q.$$

Die Fläche der ersten Section ist

$$(1 + 1\tfrac{3}{4} + 2\tfrac{3}{4} + 4 + 2\tfrac{1}{2}) \times 12\tfrac{1}{4} = 12.12\tfrac{1}{4} = 147 = s,$$

der zweiten

$$(2\tfrac{1}{4} + 5\tfrac{1}{2} + 6 + 6\tfrac{1}{4} + 6\tfrac{1}{2} + 3\tfrac{1}{2}) \times 12\tfrac{1}{4} = 30.12\tfrac{1}{4} = 367 = t,$$

der dritten

$$(3\tfrac{1}{4} + 7\tfrac{1}{4} + 8\tfrac{1}{4} + 8 + 7\tfrac{1}{4} + \tfrac{3}{4}) \times 12\tfrac{1}{4} = 34\tfrac{3}{4}.12\tfrac{1}{4} = 426 = u,$$

Zusammen $Q = 940$ Q. F. $= s + t + u$.

2. *Beispiel der Berechnung des Wasser-Ergusses.*

In dem vorigen zum Beispiele genommenen Profile No. 246. ist

$$s = 147,$$
$$t = 367,$$
$$u = 426;$$

Zusammen 940 Q. F. $= Q.$

Die Kugel durchlief 120 Fufs in der Mitte

des ersten Querschnitts in 192 Sec. $= g,$
des zweiten in 145 - $= h,$
des dritten in 100 - $= i.$

Also ist die mittlere Geschwindigkeit des Querschnitts in der

$$\text{ersten Section} = \frac{120}{192} = 0{,}62 \text{ F.} = a,$$
$$\text{zweiten} - = \frac{120}{145} = 0{,}83 \text{ F.} = b,$$
$$\text{drittten} - = \frac{120}{100} = 1{,}20 \text{ F.} = c;$$

und folglich sind die mittleren Geschwindigkeiten der ganzen Sectionen, nach der obigen Formel von ***du Buat,*** und die mittlern Tiefen in runden Zahlen:

in Sect. 1. $= x = 2,$
- - 2. $= y = 6,$
- - 3. $= z = 8,$

angenommen:

in der ersten Section $= 0{,}62(1 - 0{,}004.2) = 0{,}61 = a',$
in der zweiten Section $= 0{,}83(1 - 0{,}004.6) = 0{,}81 = b',$
in der dritten Section $= 1{,}20(1 - 0{,}004.8) = 1{,}16 = c'.$

Die Wassermenge in einer Secunde ist daher

in der 1. Sect. $= 0{,}61.147 =$ 90 Cubikfufs,
- - 2. - $= 0{,}81.367 =$ 297 - -
- - 3. - $= 1{,}16.426 =$ 494 - -

Zusammen 881 C. F. $= M.$

Zur Zeit der Beobachtung war der Perimeter des Querschnitts $= 187$ F. $= P.$ Das Wasser stand 0,41 *über* Null; also ist der reducirte Perimeter 180 F. $= p.$ Die unreducirte mittlere Geschwindigkeit des Profils ist

$$= \frac{M}{Q} = \frac{881}{940} = 0{,}94 = v,$$

also die reducirte Geschwindigkeit

$$v = V\sqrt{\left(\frac{q.P}{Q.p}\right)} = 0{,}94\,.\sqrt{\left(\frac{866.187}{940.180}\right)} = 0{,}91 \text{ F.},$$

und die auf Lingener Null reducirte Wassermenge $v\,.\,q = m = 0{,}91.866 = 788$ C. F.

3. Beispiel zu den Beobachtungen mit dem Flügel.

In der Mitte der ersten Section bei r (Taf. III. Fig. 10.) ist die Anzahl der Umdrehungen in einer Minute . . . . = 31 = r,
in der zweiten Section . . . . . = 16 = o,
in der dritten Section . . . . . = 12 = z;
also ist die mittlere Geschwindigkeit

in der ersten Section $= 21.\frac{3{,}70}{60} = 1{,}29.$

in der zweiten Section $= 16.\frac{3{,}70}{60} = 0{,}98,$

in der dritten Section $= 12.\frac{3{,}83}{60} = 0{,}77.$

Die Fläche der ersten Section ist . . . . = 317,
der zweiten . . . . . = 301,
der dritten . . . . . = 167;
Zusammen 785 = Q;
also ist die Wassermasse in einer Secunde
in der ersten Section = 317.1,29 = 408 = m',
in der zweiten Section = 301.0,98 = 298 = m'',
in der dritten Section = 167.0,77 = 128 = m''';
Zusammen = 834 = M.
Die reducirte Fläche ist . . = 725 Q. F. = q,
Der beobachtete Perimeter ist = 243 Fufs = P,
Der reducirte . . . . . = 241 - = p,
Der Wasserstand . . . . = 0,25 - über Lingener Null.
Die mittlere beobachtete Geschwindigkeit ist

$$= \frac{M}{Q} = \frac{834}{785} = 1{,}06 = V.$$

Also ist die reducirte Geschwindigkeit

$$= v = \sqrt{\left(\frac{725.243}{785.241}\right)} \times 1{,}06 = 1{,}02,$$

und folglich die reducirte Wassermasse in einer Secunde

$$= 725.1{,}02 = 739 \text{ Cubikfufs.}$$

Über den Grad der Genauigkeit, welchen man sich von den oben beschriebenen hydrometrischen Arbeiten versprechen kann, bemerke ich Folgendes.

1. In Ansehung des Flächenraums der Quersectionen.

Die Buchstaben, deren Bedeutung nicht angegeben ist, sollen das Vorhergehende bezeichnen.

Ist die obere Breite $\mathfrak{B}$, der Flächenraum Q, die mittlere Tiefe z, und nimmt man an, dafs wegen des Wellenschlages und Einsinkens der Pegelstange in das Flufsbette die Tiefe z um δ zu grofs angegeben sei, so ist das Stück um welches man fehlt $= \mathfrak{B}\delta$, und der Quotient $\frac{\delta}{z}$ zeigt das Verhältnifs des berechneten Profils zum Fehler. Ist z. B. $z = 2$ F. und $\delta = 0{,}10$ F., so fehlt man um $\frac{0{,}10}{2{,}00} = \frac{1}{20}$tel des Ganzen.

2. In Ansehung der Berechnung der Wassermenge.

Findet man in einem Profile die Anzahl der Umläufe des Flügels $= o$ um γ zu grofs, und ist der Weg, welchen das Wasser während einer Umdrehung durchläuft, $= l$, so ist die Geschwindigkeit um $\frac{\gamma . l}{60}$ zu grofs angegeben, und der Quotient $\frac{\gamma}{o}$ zeigt, um den wievielten Theil der wahren Geschwindigkeit man fehlt. Ist also $o = 20$ und $\gamma = 1$, so fehlt man um $\frac{1}{20}$ des Ganzen.

Fallen die Fehler der Wassertiefen und der Geschwindigkeiten auf eine und dieselbe Seite, so beträgt der Gesammtfehler für die Wasserconsumtion:

$$M - \left(1 - \frac{\delta}{z}\right).\left(1 - \frac{\gamma}{o}\right)M = M - \left(1 - \frac{\delta}{z} - \frac{\gamma}{o} + \frac{\delta}{z}.\frac{\gamma}{o}\right)M$$

$$= M\left(1 - \left(1 - \frac{\delta}{z} - \frac{\gamma}{o} + \frac{\delta\gamma}{zo}\right)\right) = M\left(\frac{\delta}{z} + \frac{\gamma}{o} - \frac{\delta\gamma}{zo}\right).$$

Da $\frac{\gamma}{o}$ und $\frac{\delta}{z}$ immer nur kleine Brüche sind, so ist auch sehr nahe

$$M.\left(\frac{\delta}{z} + \frac{\gamma}{o} - \frac{\delta\gamma}{zo}\right) = \left(\frac{\delta}{z} + \frac{\gamma}{o}\right)M = \alpha,$$

und das Verhältnifs zur berechneten Wassermenge ist $= \frac{\delta}{z} + \frac{\gamma}{o} = \beta$.

Ist zum Beispiel

$$M = 766 \text{ C. F.}, \quad \gamma = 1, \quad o = 15, \quad \delta = 0{,}10, \quad z = 2,$$

so ist

$\alpha = \left(\frac{0{,}1}{2} + \frac{1}{15}\right).766 = \frac{7}{60}.766 = 89$ C. F. der begangene Fehler in der Wassermenge, und $\beta = \frac{7}{60}$. Dieser Fehler beträgt also etwa $\frac{1}{9}$ des Ganzen.

3. Fehler bei der Reduction, die als unvermeidlich angesehen werden können.

Die vorigen Fehler pflanzen sich bei einer richtigen Reduction auf das reducirte Profil fort. Da dieses Profil aber gewöhnlich kleiner ist, so werden sie in Vergleichung zu *diesem* schon bedeutender. Aufserdem kann die Formel, nach welcher man die mittlere Geschwindigkeit von dem einen Wasserstande auf einen andern reducirt, bei einem Flusse, dessen Normale sich oft verändert, ein Resultat geben, welches von der Wahrheit abweicht. Ferner geht aus den obigen Bemerkungen über die Verschiedenheiten der Marqueurs besonders in diesem Jahre, und aus den Wasserstandstabellen hervor, dafs das Wasser nicht an allen Stellen der Ems gleichförmig wächst und fällt, und dafs z. B. der Unterschied zwischen dem Lingener und dem Meppener Marqueur, auch bei niedrigen Wasserständen zuweilen nur zwei, zuweilen aber wohl 9 und mehrere Zolle beträgt; jenachdem die zuströmende Ahe, Hase und Radde mehr oder weniger Wasser haben. Es kann also kommen, dafs, wenn man ein Profil, z. B. zwischen Meppen und Rhede, auf den Lingener Marqueur reducirt, einige Zolle zuviel oder zu wenig für die Wassertiefe genommen werden. Welchen Einflufs ein Zoll auf das Resultat der Reduction haben kann, ist im Vorhergehenden gezeigt worden.

Wenn man alles dieses berücksichtigt, so wird es nicht auffallend sein, dafs in einzelnen Fällen die berechneten Wassermengen bei demselben Wasserstande und in derselben Normalstrecke nach irgend einem Marqueur um den zehnten oder achten Theil abweichend sind. Aus diesen Gründen wäre es denn ganz überflüssig, kleinere Einströmungen, wie z. B. den Mühlenbach bei Lingen, der am 16. Aug. d. J. 5 Cubikfufs Wasser in der Secunde führte, mit in Rechnung bringen und danach eine Normalstrecke der Ems zu begrenzen, weil solche Bäche für die Ems unmerklich sind.

Da am linken Ufer gar keine bedeutenden Bäche in die Ems fliefsen, sondern nur einzelne Regenrillen, und am rechten Ufer nur die Hopster Aa, die Hase und Radde, aufser dem Lingener und dem Lathener Mühlenbach, die, als unbedeutend, nebst dem Mühlenbach bei Haaren weggelassen sind: so theilte sich die Ems am zweckmäfsigsten in folgende Normalstrecken.

Erste Normalstrecke von Halte bis zum Pegel No. 52. bei Harbrum; mit Ebbe und Fluth. Diese Strecke ist aber, da sie keine bedeutende Zuströmung hat, hinsichtlich der Normalconsumtion mit zur zweiten gerechnet, und führt 766 C. F. Wasser in der Secunde.

Zweite Normalstrecke vom Pegel No. 52. bis No. 243. unterhalb der Radde

bei Meppen; mit Radde, Hase und Aa. Sie führt ebenfalls 766 C. F. Wasser in der Secunde.

Dritte Normalstrecke vom Pegel No. 244. bis No. 248.; mit der Hase und Aa, ohne die Radde. Sie führt 749 C. F.

Vierte Normalstrecke vom Pegel No. 249. bis No. 356.; mit der Hopster Aa und ohne die Hase und Radde. Sie führt 455 C. F.

Fünfte Normalstrecke vom Pegel No. 357. bis zur Hannöversch-Preufsischen Landesgrenze beim Pegel No. 431^{50}; ohne alle Zuströmungen. Sie führt 365 C. F. Wasser in der Secunde, und zwar Alles auf die Null des Lingener Marqueur reducirt.

Es kommen hievon:

a. auf die Radde = 25 Cubikfufs,
b. auf die Hase . = 310 - -
c. auf die Aa . . = 60 - -

beim Nullwasserstande.

Um die erwähnten unvermeidlichen Fehler möglichst zu vermindern, ist, wie die summarische Consumtionstabelle für die verschiedenen Normalstrecken zeigt, die Normalconsumtion aus mehreren gemessenen Profilen ausgemittelt, und zwar die erste und zweite aus 14 Profilen, die dritte aus 2, die vierte aus 10 u. s. w. In wie fern die obern mit den untern nach dem Zutritt der Nebenflüsse stimmen, zeigt die der summarischen Consumtions-Tabelle beigefügte Bemerkung.

Hiernach reduciren sich die Fehler wie folgt:

1. In der fünften Normalstrecke für die Ems auf den 22ten Theil.
2. In der vierten Normalstrecke für die Ems auf den 125ten und
   für die Hase auf den 51ten Theil.
3. In der dritten und zweiten Normalstrecke für die Ems auf den 98ten Theil.

Und daraus ergiebt sich, dafs der Einflufs der Fehler auf die Schiffbarmachung der Ems unschädlich ist. Man hat sie aber gefliſsentlich aufgesucht und berechnet, um selbst die Fehlergrenzen und die Gründe davon zu kennen; so wie beim Nivellement; und um hieraus darzuthun, welche Genauigkeit sich unter den obwaltenden Umständen mit den vorhandenen Instrumenten erreichen liefs. Es ist wohl besser, dies zu thun, als sich einer theoretischen Untrüglichkeit zu rühmen, die der erfahrene Practiker doch sehr bald zu würdigen weifs.

Die Resultatstabellen erklären sich durch ihre Überschriften und Zahlen von selbst, und sind zu dem vorliegenden Zwecke hinreichend vollständig.

Sie geben:

a) die Geschwindigkeiten,

b) die Profilflächen,

c) die Wassermengen,

d) die oberen Breiten,

e) die mittleren Tiefen,

f) die Perimeter,

g) die Schiffbarkeit und Unschiffbarkeit der Profile an, nach den verschiedenen Normalstrecken eingetheilt.

Die erste Tabelle giebt sämmtliche auf die Lingener Null reducirten Profile an: vom Pfahle Null bei Halte, bis zur Preufsischen Grenze beim Pfahle No. 431 50.

Die zweite Tabelle giebt alle Profile, so wie sie beobachtet sind, an, und den Wasserstand, bei welchem sie beobachtet wurden.

Die dritte Tabelle giebt die beobachteten Profile nach den verschiedenen Wasserständen an; stufenweise geordnet.

Die vierte ist die summarische Consumtionstabelle für die verschiedenen Normalstrecken der Ems und deren Zuflüsse, auf den Nullwasserstand von Lingen reducirt.

Die fünfte ist die Tabelle der bei hohen Wasserständen beobachteten Profile.

Die sechste Tabelle enthält das Verzeichnifs von den schiffbaren Normalprofilen der Ems in den verschiedenen Normalstrecken.

Die siebente Tabelle enthält die Übersicht der gröfsten und kleinsten Normalprofile aller Normalstrecken.

Die Vergleichung dieser Resultatstabellen wird den Sachverständigen über Alles belehren, was er daraus zu wissen wünscht. Am Schlusse dieses Paragraphs werden einige Beispiele zur Erläuterung folgen.

Von der Übersicht der jetzigen Schiffbarkeit oder Unschiffbarkeit der Ems bemerke ich Folgendes.

In den beiden hintersten Spalten der ersten Tabelle sind sämmtliche Querprofile in schiffbare und unschiffbare classificirt. Aus den oben angeführten Gründen ist

a. Ein Profil für schiffbar zu erachten, wenn es eine Fahrbahn von 36 Fufs breit und beim Nullwasserstande von Lingen 3 Fufs Tiefe hat; gegentheils für unschiffbar.

b. Es ist *Normal*profil, wenn es diese Grenzen nur um Weniges überschreitet und *schiffbar* ist.

c. Es ist ein ***Grenz***profil, jedoch ***unschiffbar,*** wenn es sich diesen Maafsen möglichst nähert. Von diesen Grenzprofilen ist jedoch, aufser ihrer Bezeichnung bei den Profilen der ersten Tabelle, kein besonderes Verzeichnifs gemacht.

Die Classification ist gemacht worden, um die Frage zu beantworten: *„Wie ist die Ems beim niedrigsten Wasserstande beschaffen, und „welches sind die Dimensionen ihrer schiffbaren Normalprofile?"*

Dafs die ***Du-Buat***schen und andere Systeme unsicher sind, zeigt Herr ***v. Wiebeking*** im zweiten Bande seiner Wasserbaukunst bis Seite 38 durch Vergleichung mehrer Systeme, und im ersten Bande S. 392 sagt er Folgendes. „Da aus den mit den bisher bekannten Theorieen über die Geschwindigkeit des „strömenden Wassers angestellten Prüfungen hervorgeht, dafs *alle diese Theo-„rieen unzureichend sind,* dafs sie von der Natur abweichen, und dafs sie dem „Blicke des Hydrotekten desto mehr entweichen, je eifriger er sich angelegen „sein läfst, der Natur in ihren Wirkungen nachzuspüren und die Erfahrung „den bisher bekannten Formeln gegenüberzustellen: so bleibt kein anderes „Mittel übrig, als dasjenige, welches die ***Erfahrung*** darbietet, zu benutzen u. s. w." ***Kästner*** und ***Brüning*** sind der gleichen Meinung. Daher müssen denn die an jedem Flusse besonders gemachten Erfahrungen und Versuche den Mangel der noch unvollkommenen theoretischen Systeme ersetzen. Es ist dies durch viele Versuche an der Ems geschehen, so dafs man die Grundsätze zur Schiffbarmachung dieses Flusses daraus aufzustellen im Stande gewesen ist.

Die nachfolgenden Beispiele aus den oben erwähnten sieben Resultatstabellen werden das darüber Gesagte anschaulich machen und mit den nöthigen Modificationen in ähnlichen Fällen benutzt werden können.

Beispiele aus den Resultatstabellen der hydrometrischen

Schema zur ersten, zweiten,

Nummer der Pegel und der Profile.	Auf den Lingener										
	Mittlere Geschwindigkeit in den Sectionen			Profilfläche der Sectionen			des ganzen Profils	Wassermenge in den Sectionen			in dem ganzen Profil.
	1. Fufs.	2. Fufs.	3. Fufs.	□Fufs.	□Fufs.	□Fufs.	□Fufs.	1. Cub. Fufs.	2. Cub. Fufs.	3. Cub. Fufs.	Cub. Fufs.
Salzberger Marqueur	—	—	—	396	464	312	1172	—	—	—	3844
								Beispiel aus der fünften Tabelle von den bei			
431[50]	2,53	3,14	2,88	575	565	182	1322	1455	1774	524	3753
147	2,41	2,68	1,86	906	741	287	2037	2182	1988	533	4819
		4te	1,13		4te	103		4te	116		
Radde	—	—	—	—	—	—	192	—	—	—	88
248	2,44	2,62	2,50	528	653	656	1837	1288	1713	1640	4641
No. 3. der Hase	2,80	2,44	—	241	619	—	860	676	1510	—	2186
250	2,32	2,44	2,71	255	346	415	1016	591	844	1124	2559
335	2,10	2,99	0,76	231	400	359	990	486	1195½	273½	1955
Unter der Aa 356	2,80	2,65	2,74	388	337	303	1028	1088	895	832	2815
Hopster Aa	1,61	1,46	—	137	106	—	243	221	155	—	376
357	2,41	3,20	2,77	174	356	286	816	419½	1140	793½	2353
341	2,04	2,59	2,44	203	441	359	1003	414	1143	871	2428
335	1,58	2,80	1,83	331	539	357	1227	525	1512	653	2691
335	1,68	2,74	1,92	472	660	465	1597	791½	1811½	893¾	3497

Untersuchungen wegen der Schiffbarmachung des Emsstromes.

dritten und fünften Tabelle.

Nullpunct reducirt.						Situation und Bemerkungen.
Obere Breite. Duodecimal-Fufs.	Mittlere Tiefe. Fufs.	Mittlere Geschwindigkeit in dem ganzen Profil Fufs.	Perimeter. Fufs.	Schiffbare Profile beim Nullwasserstande des Lingener Marqueur.	Unschiffbare	
hohen Wasserständen beobachteten Profilen.						
156	7,5	3,28	—	—	—	Am 21. Jan. 1818 bei 7 F. 11 Zoll über die Lingener 0 und 8 F. 20 Z. über die Salzbergener 0.
182	7,2	2,84	—	—	—	Am 22. Jan. 1818 bei 7 F. 2 Z. über Lingener und 8 F. 2 Z. über Salzbergener 0.
400	5,1	2,36	403½	—	147	Profile, welche bei hohem Wasserstande mit dem *Flügel beobachtet* sind; am 11. Febr. 1818, 4 F. 10 Z. über Null von Meppen und 3 F. 5 Z. von Lingen.
44	4,4	0,46	46	—	—	Bei 4 F. 6 Z. über Null von Meppen am 10. Febr. und 3 F. 5 Z. von Lingen.
262	7,0	2,52	266	248	—	Unterhalb der Hase, am 10. Febr. bei 3 F. 5 Z. über Null von Lingen und 4 F. 6 Z. von Meppen.
100	8,6	2,54	102	—	—	In der Hase bei 3 F. 5 Z. über Lingener 0, am 10. Febr. 1818, 300 R. oberhalb der Hasebrücke bei 4 F. 6 Z. über Null bei Meppen.
175	5,8	2,52	179	—	—	Am 10. Febr. 1818 bei 3 F. 5 Z. über Null von Lingen und 4 F. 6 Z. von Meppen.
212	4,7	1,97	214	—	335	Am 9. Febr. 1818 bei 3 F. 9 Z. über 0 von Lingen.
225	4,5	2,74	227	—	356	Am 13. Decbr. 1817 bei 4 F. ½ Z. über Lingener Null. Unterhalb der *Hopster Au.*
75	3,2	1,55	76½	—	—	80 R. von der Mündung in die Ems bei 4 F. ½ Zoll über Null am 13. Decbr. 1817.
156	5,2	2,89	158	—	—	Oberhalb der Aa, bei 4 F. ½ Z. über Null von Lingen, am 13. Decbr. 1817.
158	6,3	2,41	160	341	—	Am 12. Decbr. 1817 bei 3 F. 10 Z. über Null von Lingen.
227	5,4	2,19	229	—	335	Bei 3 F. 10 Z. über Null von Lingen, am 12. Decbr. 1817.
251	6,4	2,19	253	—	—	Bei 5 Fufs über Lingener Null, am 5. Decbr. 1817.

Schema zur

Nummer des Profils.	Auf Lingener Null reducirte Wassermenge.	Instrument, womit die Geschwindigkeit beobachtet wurde.	Nummer des Profils.	Auf Lingener Null reducirte Wassermenge.	Instrument, womit die Geschwindigkeit beobachtet wurde.	Nummer des Profils.	Auf Lingener Null reducirte Wassermenge.	Instrument, womit die Geschwindigkeit beobachtet wurde.

Summarische Wasser-Ergufs-Tabelle für die verschiedenen auf den Nullwasserstand

Zweite Normalstrecke.			Dritte Normalstrecke.			Vierte Normalstrecke.		
47	765	Kugel.	248	760	Kugel.	249	442	Kugel.
96	732	Flügel.	248	739	Flügel.	250	413	Flügel.
104	768	Kugel.	Zusammen	1499		250	409	Kugel.
104	786		Mittel	749				
119	755	Flügel.				250	452	Flügel.
147	758	Kugel.				250	414	Kugel.
147	716	Flügel.	Die Radde zwischen der zweiten und dritten *Normalstrecke.*			252	478	desgl.
175	866	Kugel.				257	403	desgl.
184	706	Flügel.	bei 243	25	Flügel.	267	512	desgl.
			Mittel	25				
213	702	Kugel.	Die Hase zwischen der dritten und vierten *Normalstrecke.*			280	426	desgl.
218	800	Kugel.				287	504	desgl.
222	860	desgl.	bei 249	351	Kugel.	Zusammen	4453	
230	760	desgl.	—	300	—	Mittel	445	
240	753		—	280	Flügel.			
Zusammen	10727		Zusammen	931				
Mittel	766		Mittel	310				

vierten Tabelle.

Nummer des Profils.	Auf Lingener Null reducirte Wassermenge.	Instrument, womit die Geschwindigkeit beobachtet wurde.	Bemerkungen.
Normalstrecken der Ems und deren Zuflüsse; von *Lingen reducirt.*			
Hopster Aa zwischen der vierten und fünften Normalstrecke.			
bei 356	60	Kugel.	
Mittel	60	—	
Fünfte Normalstrecke.			
431^{50}	394	Flügel.	
Salzburger Marqueur bei 414	337	desgl.	
Zusammen	731	—	
Mittel	365		

Summarische Übersicht der Normalzahlen für die Wassermengen beim Nullwasserstande von Lingen.		
Nummer der Strecken.	Normalzahlen.	
Fünfte Normalstrecke	365.	Von No. 431^{50} bis No. 357. ohne die Hopster Aa.
Vierte Normalstrecke	445.	Von No. 356. bis No. 249. Mit Aa und ohne die Hase und Radde.
Dritte Normalstrecke	749.	Von No. 248. bis No. 244. Mit der Aa und Hase, ohne die Radde.
Zweite Normalstrecke	766.	Von No. 243. bis No. 52. Mit der Aa, Hase und Radde.
Erste Normalstrecke, Ebbe und Fluth	0 —	Anmerkung. Diese Wassermengen sind blofs nach den Profilen der Ems ober- und unterhalb der Zuströmungen gefunden, weil die in der Aa, Hase und Radde liegenden Mühlen täglich einen sehr verschiedenen Einflufs auf ihren Wasser-Erguſs haben.

Schema zur sechsten und siebenten Tabelle.

Normal-Stromstrecken.	Nummer der Querprofile.	Fläche der Querprofile.		Obere Breite der Querprofile.		Mittlere Tiefe der Querprofile.		Mittlere Geschwindigkeit.		Normal-Consumtion.	Bemerkungen.
		Gröfste.	Kleinste.	Gröfste.	Kleinste.	Gröfste.	Kleinste.	Gröfste.	Kleinste.		
		Quadr. Fufs.		Duod. Fufs.		Fufs.		Fufs.		Cub. Fufs.	

Beispiel aus Tab. VII.

Übersicht der gröfsten und kleinsten Querschnitte, oberen Breiten, mittleren Tiefen und Geschwindigkeiten in den *Normalquerprofilen*, aus der darauf sich beziehenden Tabelle.

Erste Normalstrecke	25	941	—	—	194	4,8	—	—	—	766	
	36	—	—	205	—	—	3,3	—	—	—	
Zweite und	56	953	—	—	—	—	—	—	0,80	—	
	—	—	—	—	—	—	—	—	—	766	
Dritte Normalstrecke	117	—	—	244	—	—	—	—	—	—	
	66	—	—	—	—	4,8	—	—	—	—	
	144	—	—	—	—	—	2,0	—	—	—	
	130	—	274	—	100	—	—	—	0,63	445	
Dritte Normalstrecke	155	—	—	—	—	—	—	2,05	—	—	
	324	707	—	—	—	4,9	—	—	—	—	
	275	—	—	169	—	—	—	—	—	—	
	328	—	253	—	99	—	—	1,76	—	365	
	354	—	—	—	—	—	1,9	—	—	—	
Vierte Normalstrecke	416	—	240	—	74	—	—	1,52	—	—	
	408^{50}	—	—	143	—	—	—	—	—	—	
	375	—	—	—	—	—	2,0	—	—	—	
	425	490	—	—	—	—	—	—	0,74	—	
	405^{50}	—	—	—	—	4,4	—	—	—	—	

§. 6.

Es wird vielleicht nützlich sein, hier noch ein anderes Beispiel von derjenigen Methode mitzutheilen, deren man sich im Königreiche der Niederlande beim Nivelliren der Ströme und Flüsse dieses Landes bedient hat.

Man findet die Ergebnisse davon in der Schrift: „Verzameling van „hydrographische en topographische Waarnemingen in Holland; door den Oud-„Minister van Oorlog ***C. R. T. Krayenhoff*** etc., te Amsterdam by Doormann „et Comp. 1813." (D. h. Sammlung von hydrographischen und topographischen Beobachtungen in Holland durch den Kriegsminister a. D. ***C. R. T. Krayenhoff.*** Amsterdam bei Doormann und Comp. 1813.) Ferner in der für den öffentlichen Dienst bestimmten, gedruckten Instruction: „Instructie voor de geographische „Ingenieurs by het Depot-generaal van Oorlog van het Koningryk Holland." (d. h. Instruction für die Ingenieurs-Geographen beim General-Krieges-Depot des Königreichs Holland.) vom 4ten März 1808, aus welcher wir nachfolgenden, die Vorschriften zum Nivelliren enthaltenden Auszug mittheilen wollen, und zwar: ***von einem, zwischen der Waal und dem Rhein von Nymwegen bis Arnheim nach der Instruction des General-Majors C. R. T. Krayenhoff ausgeführten zusammenhängenden Nivellement.***

Dieser für das Kriegs-Ministerium verfafsten Instruction sind Schemas zu Tabellen und Vorschriften beigefügt, welche Beispiele von den an Ort und Stelle gemachten Beobachtungen enthalten. Sie sind officiell, und zur wirklichen Anwendung gekommen. Die Vorschriften selbst geben an, auf welche Weise und von wie vielen Ingenieurs und Gehülfen das Nivellement ausgeführt wurde, und wie die Berechnung, und mit welchem Grade der Genauigkeit sie gemacht ist.

Man ersieht daraus, dafs auch bei dieser Methode aus der Mitte und nicht von den Anfangspuncten der Stationen aus nivellirt worden ist, und dafs das Nivellement zur Controlle rückwärts wiederholt wurde; wobei man dann nur einen unbedeutenden Unterschied im Totalgefälle fand; was also die Genauigkeit der Operation bewies.

In der zuerst genannten Schrift von ***Krayenhoff*** „Sammlung hydro-„graphischer und topographischer Beobachtungen in Holland", sagt der Verfasser in der Einleitung: diese Sammlung sei das Resultat einer vieljährigen mühevollen Arbeit; was man um so wahrer finden wird, wenn man die von diesem hochverdienten Manne nicht blofs beschriebenen, sondern auch wirklich ausgeführten Bauwerke näher kennen gelernt hat. Leider ist die Holländische

Sprache, besonders im obern Deutschland, so wenig bekannt, dafs mancher erhebliche Schatz für die Baukunst und die Wissenschaft dadurch ungehoben bleibt.

Der erste Theil der *Krayenhoff*schen Schrift enthält die Resultate der vielen mit einander verbundenen Nivellements, welche seit dem Jahre 1797 an sämmtlichen Strömen etc. in Holland, gröfstentheils durch den Verfasser selbst, und zum Theil unter seiner Leitung, durch die Ingenieurs-Geographen ausgeführt wurden. Die Beobachtungen finden sich in 11 verschiedenen Tabellen mitgetheilt, deren nähere Beschreibung und Auseinandersetzung hier der Raum nicht gestattet. Aufser dem Nivellement sind hydrometrische Beobachtungen zur Ermittlung der Wassermassen und deren Geschwindigkeit u. s. w. im Oberrhein, im Pannerdenschen Canale, in der Waal, im Rhein oberhalb Arnheim und in der Yssel angestellt, und die Resultatstabellen davon sind mitgetheilt. In einem besondern Abschnitte, Seite 193 bis 216 der Sammlung, unter der Überschrift: „Over het vermogen (capaciteit) der Rivieren" d. h. über das Vermögen oder die Capacität der Ströme (nemlich zur Abführung des Wassers), theilt der Verfasser sein Verfahren mit, nach welchem die Querprofile der dortigen Ströme damals aufgemessen, berechnet und die Geschwindigkeit des Wassers mittelst hölzerner, aufrecht schwimmender Stäbe oder sogenannter Schwimmer beobachtet und das Wasser-Abführungsvermögen oder die Consumtion der Ströme für eine gegebene Zeit-Einheit berechnet worden ist. Die dazu gebrauchten Instrumente findet man abgebildet und kurz beschrieben. Sie sind zwar keine neue Erfindung, aber practisch brauchbar und hinreichend genau. Der Verfasser stellt am Schlusse seiner Abhandlung Berechnungen über seine Beobachtungen auf und vergleicht sie mit den von *du Buat* und *Prony* gegebenen Formeln, und es ergiebt sich, dafs und wieviel die Theorie von den durch die Praxis im Grofsen ermittelten Resultaten abweicht. Ähnliche Vergleichungen haben wir oben bei der Beschreibung der hydrometrischen Resultate an der Ems gemacht; die Erfahrungen von *Krayenhoff* bestätigen es wiederholt, dafs die bis jetzt bekannten Theorieen der Hydraulik über die Bewegung des Wassers in Strom- und Canalbetten (Rinnsaalen) noch zu unvollkommen und nicht so sicher sind als die Resultate einer möglichst genauen practischen Untersuchung.

Es würde zu weit führen, die Art und Weise, wie *Krayenhoff* in den Jahren 1812 u. s. w. die Niederländischen Ströme hydrometrisch untersucht hat, hier zu beschreiben; auch würde solches überflüssig sein, da die Methode

mit der vorhin beschriebenen, bei der Ems angewandten, viele Ähnlichkeit hat; ausgenommen, dafs *Krayenhoff* sich keines Woltmannschen hydrometrischen Flügels, auch keiner hohlen schwimmenden Kugeln, sondern der vorhin erwähnten, senkrecht schwimmenden hölzernen runden Stäbe bediente, die unten eine blecherne Büchse hatten, in welche man so viel Gewicht legen konnte, dafs die Schwimmer nahe genug das specifische Gewicht des Wassers bekamen und so fast bis an den Kopf in das Wasser tauchten, also, weil sie den Stromboden nicht berührten, aber senkrecht schwammen, die mittlere Geschwindigkeit der Stromsection des Querschnittes, in welcher sie schwammen, angaben.

Über die Methode der Controlirung des Längen-Nivellements von Nymwegen nach Arnheim ist zu bemerken; *dafs dieses Nivellement von Arnheim nach Nymwegen rückwärts wiederholt wurde.* Man ist also dabei nicht so verfahren, wie hier oben in §. 2. beim Nivellement der Ems vorgeschlagen, nemlich, dafs jeder Nivelleur sich selbst, ohne Wiederholung der Operation, sowohl in der Beobachtung als in der Berechnung controlire; woraus ebenfalls ein richtiges Resultat hervorgeht; was die Hauptsache ist; wobei aber an Zeit und Personal, mithin an Kosten im Vergleiche mit der *Krayenhoff*schen Methode gespart wird.

Nach diesen Vorandeutungen theilen wir nun hier einen Auszug aus der oben erwähnten Instruction, so wie aus dem Nivellement zwischen Nymwegen und Arnheim mit. Um Wiederholungen zu vermeiden, ist die zweite Abtheilung, nemlich das *Controle-Nivellement* weggelassen, da es nach demselben Verfahren gemacht wurde, wie das Haupt-Nivellement.

Auszug aus der Instruction für die Ingenieurs-Geographen beim General-Kriegs-Depot des Königreichs Holland. Entworfen und Seiner Excellenz dem Kriegs-Minister zur Bestätigung überreicht durch den General-Major C. R. T. Krayenhoff, General-Inspecteur der Artillerie und des Genie-Corps, Aide de Camp Sr. Majestät des Königs, Commandeur des Königl. Ordens der Union von Holland, und Director des General-Kriegs-Depots. Genehmigt durch den Kriegs-Minister am 4. März 1808.

Dritte Abtheilung.

Vorschriften zum Nivelliren oder Wasserwägen.

Art. 1. Die Ingenieurs-Geographen sollen, wenn sie beauftragt sind, Nivellements auszuführen, zu dieser Arbeit keine andern Werkzeuge gebrauchen, als die folgenden:

1. Eine Wasserwage mit Libelle und Fernrohr, nach der Construction von *Ramsden.*
2. Eine Wasserwage mit Libelle und zwei Fernröhren, nach der Construction von *Le Noir.*
3. Visir-Baken, nach der vom Director des General-Kriegsdepots neuerlich gegebenen Vorschrift.
4. Eine genau calibrirte Mefskette von 5 Rheinländischen Ruthen lang.

Das General-Kriegs-Depot sorgt für alle diese Instrumente und deren gute Beschaffenheit.

Art. 2. Die Zahl der Ingenieurs, welche zum Wasserwägen bestimmt sind, wird vier sein. Der erste von ihnen soll allein die Operationen mit der Wasserwage machen; zwei der übrigen sollen bei den beiden Visirbaken, nemlich einer vorwärts und einer rückwärts des Instruments, sich aufstellen, um die richtige Behandlung desselben zu beobachten und die Register für jede Station zu führen. Der vierte Ingenieur soll die Arbeiten mit der Mefskette machen, um den Standpunct sowohl des Instruments, als der Visirbaken zu bestimmen. Auch liegt ihm zugleich die Controle oder Notirung der Visirhöhen an den Baken ob.

Art. 3. Jede Beobachtung rück- und vorwärts soll zweimal wiederholt werden. Die Register müssen nach dem Schema eingerichtet sein, wie es in der Beilage No. V. vorgeschrieben ist.

Art. 4. Der Officier, welcher insbesondere mit dem Gebrauch des Nivellir-Instruments beauftragt ist, mufs das Instrument des Morgens vor dem Anfange des Geschäfts prüfen und berichtigen. Das gleiche mufs des Abends nach gethaner Arbeit geschehen. Falls man Abends Fehlerhaftes entdecken sollte, was bei einer guten Behandlung nur selten der Fall sein kann, mufs die Arbeit dieses Tages verworfen und wiederholt werden.

Art. 5. Um ein zusammenhangendes Nivellement so einzutheilen, dafs sich die etwaigen Fehler verbessern lassen, mufs der mit dem Instrumente beobachtende Officier dafür sorgen, dafs in verschiedenen Abständen, die nicht über 1 bis 1¼ Stunden Weges sein dürfen, in starke und dauerhafte Gegenstände mit Kreuzen bezeichnete, gehackte eiserne Bolzen eingeschlagen werden. Zum Einschlagen dieser Bolzen wird der Officier die Zustimmung der Eigner oder Bewohner zu erhalten wissen. Aufserdem ist er verpflichtet, von dem Gegenstande, in welchen ein gehackter eiserner Bolzen eingeschlagen wird, eine leichte Zeichnung zu machen, oder durch einen andern Officier

machen zu lassen, und die Stelle zu bemerken, wo der Bolzen eingeschlagen ist, um diese Merkzeichen desto mehr zu sichern. Ferner wird er dafür sorgen, dafs am Abend, oder wenn schlechtes Wetter die Arbeit verhindert, der Pfahl oder Punct, von welchem aus die Messung fortgesetzt werden mufs, sicher befestigt werde, oder dafs das Nivellement dieses Tages an einem gehackten Bolzen geschlossen werde, um die Fehler, die durch Versetzung des Pfahls entstehen könnten, zu vermeiden.

Art. 6. Der Officier, welcher ein Nivellement als Chef leitet, mufs sich mit dem Instrumente jedesmal in der Mitte der Station aufstellen, um dadurch die Berichtigung unnöthig zu machen, welche sonst die Abweichung der Bogentangente der Erde von dem Bogen und die Stralenbrechung erfordern würden. Er darf die Entfernung der Visirbaken von einander nicht gröfser als 80 Ruthen nehmen; es sei denn, dafs zur Verbindung der Operationen ein Flufs zu überschreiten wäre, welcher breiter ist als 80 R.; in welchem Falle die Beobachtungen wenigstens sechs Mal wiederholt werden müssen, damit eine Mittelzahl der Beobachtungen das Resultat sichere. Das Instrument mufs alsdann nahe am Ufer des Stroms aufgestellt und die Visirweite rückwärts eben so grofs als die Breite des Stroms genommen werden; oder es mufs dafür gesorgt werden, dafs wegen der Ungleichheit der Abstände der Zielpuncte rückwärts und vorwärts die Correctionen wegen Abweichung der Tangente vom Bogen der Erde und wegen der Stralenbrechung in Rechnung kommen.

Art. 7. Der Chef des Nivellements mufs ferner darauf sehen, dafs die von den Ingenieurs gemachten Beobachtungen der Visirbaken und deren Controlirung deutlich und lesbar mit Bleistift aufgezeichnet und des Abends mit Dinte ausgeschrieben werden, dafs sie genau collationirt und vom Anfangspuncte an abgeleitet werden; nach dem hier folgenden Schema. Diese Arbeit darf bei eigner Verantwortlichkeit nie bis auf den folgenden Tag verschoben werden. Der Chef selbst beschäftigt sich mit den Bemerkungen, wo sie nöthig sind; nach Anleitung des Schemas Beilage No. V.

Art. 8. Der Ingenieur, welcher die Standpuncte des Instruments und der Baken abzumessen hat, mufs sich dazu der Mefskette bedienen und die Abstände des Instruments zu beiden Seiten vor- und rückwarts so nehmen, dafs die gewählten Puncte durch den Beobachter genau gesehen werden können und nicht mehr als 80 Ruthen von ihm entfernt sind. Er mufs den zur Aufstellung des Instruments dem Beobachter bestimmten Punct mit einem langen Piketpfahle

bemerken, und die Puncte für die Visirbaken mit einem kürzeren Pfahle, welcher fast bis auf die Oberfläche des Bodens eingeschlagen wird. Er wird durch das General-Kriegesdepot eine gute Carte erhalten, auf welcher die Stelle jedes Standpunctes genau zu bemerken ist. Ferner mufs er bei jeder Station die Längen oder Abstände vom Mittelpuncte des Instruments bis zu den Baken bei der Controlirung derselben aufschreiben.

Art. 9. Die beiden Officiere, welche die Visirbaken zu beobachten haben, müssen stets darauf sehen, dafs die Baken lothrecht auf die eingeschlagenen Pfähle gestellt werden; dafs die Schieber bei jeder Wiederholung der Beobachtung ganz losgeschraubt und wenigstens 6 Zoll auf- und abwärts bewegt werden, und dafs die Notirung mit der gröfsten Genauigkeit geschehe. Sie müssen dem Controleur die festgeschraubte Visirbake zeigen und ihn selbst die Maafse notiren lassen, ohne einander oder dem Controleur die Beobachtung der Zahl von Fufsen, Zollen und Linien, die der Weiser an den Baken zeigt, zu dictiren.

Art. 10. Zur Hülfe werden dem mit dem Nivellement beauftragten Officiere vom Director des Kriegesdepots ein Unterofficier und 5 Mineurs beigegeben werden. Der Unterofficier hat das Instrument von Station zu Station weiterzutragen und aufzustellen; vier Mineurs tragen die Visirbaken, und zwar unter der Leitung der damit beauftragten Officiere. Der fünfte Mineur fährt den Karren mit den Piketpfählen und Geräthschaften weiter und schlägt an den anzuweisenden Puncten die Piketpfähle ein.

Art. 11. Die mit diesem Geschäfte beauftragten Officiere dürfen unter keinerlei Vorwande von den gegenwärtigen Vorschriften ohne vorherige Zustimmung des Directors des General-Kriegesdepots abweichen. Dagegen bleibt es ihnen freigestellt, demselben Vorschläge zur Vereinfachung der Arbeit und zu mehrerer Sicherheit derselben gegen mögliche Fehler zu machen, wenn sich dergleichen durch die Erfahrung als nützlich und nöthig erweisen sollten; worauf dann die Entscheidung abzuwarten ist.

Zu der Ausführung eines Nivellements erhält der Chef der Commission noch eine besondere Instruction wegen der Art und Weise und der Verhaltungsregeln bei dem Geschäft. In dieser Instruction wird auch der allgemeine Normalwasserstand oder der Vergleichungspunct, auf welchen alle Berechnungen sich beziehen müssen, bestimmt werden.

Beilage No. V.

zu den Artikeln 3., 5. und 7. der dritten Abtheilung der Instruction für die Ingenieur-Geographen; und Schema für das bei dem Nivellement zu haltende Register.

Zusammenhängendes Nivellement vom Wasserstandmesser oder Pegelstein an der Whaal zu Nymwegen bis an den Pegelstein im Rhein zu Arnheim, welches zur Untersuchung ihres gegenseitigen Wasserstandes gemacht worden ist.

Erstes Nivellement.

Von Nymwegen bis Arnheim.

Standort der Pegelpfähle.

Der erste Pfahl steht nahe oberhalb dem Pfahlhaupte der Gierbrücke in der Kaymauer am Ufer der Stadt Nymwegen. Der zweite steht nahe unterhalb dem Landhaupte der Schiffbrücke, in der Kaymauer der Stadt Arnheim. Der angenommene Vergleichungspunct ist der Nullpunct am Nymweger Pegelpfahl oder Wasserstandmesser, gerade 16 Fufs unter dem Kopfe des genannten Pfahls.

a. Im Krahn zu Nymwegen sind bei Gelegenheit des im Jahre 1797 ausgeführten Nivellements drei gehackte eiserne Bolzen eingeschlagen worden, deren Stand man jetzt wieder untersucht hat. Das Instrument stand zu diesem Zwecke = 4 F. 5 Linien über dem Kopfe des genannten Pfahls, und daher 20 F. 5 L. über dem Vergleichungspuncte, während die drei gehackten Bolzen 9 Z. 9½ L. über der Visirlinie, mithin 20 F. 10 Z. 2½ L. über dem Vergleichungspuncte sich befanden.

b. Ferner wurde ein willkürlicher Punct *x* am gegenüberliegenden Strom-Ufer unterhalb des Orts Lent gewählt, um, nachdem die Lage dieses Punctes am Pegel zu Nymwegen bemerkt worden, von diesem Puncte aus das Nivellement bis an den Arnheimer Pegelpfahl fortzusetzen.

Eine Visirbake am Ufer bei Nymwegen zeigte an einem festen Puncte 3 Linien unter dem Kopfe des Pegelpfahls, oder 15 F. 11 Z. 9 L. über dem Vergleichungspuncte, und im Durchschnitt von vier verschiedenen Beobachtungen 3 F. 9 Z. 5½ L.; so dafs die Visirlinie 15 F. 11 Z. 9 L. + 3 F. 9 Z. 5½ L. = 19 F. 9 Z. 2½ L. über dem Vergleichungspuncte lag. Die Visirbake am gegenüberliegenden Strom-Ufer bei Lent zeigte die beständige Höhe von 7 Z. 2½ L., so dafs dieser Punct 19 F. 9 Z. 2½ L. — 7 Z. 2½ L. oder 19 F. 2 Z. über dem Vergleichungspuncte lag.

c. Ferner wurde das Instrument an dem Ufer von Nymwegen aufgestellt, und zwar 4 F. 8 L. über dem ebengenannten Puncte daselbst, oder 20 F. 5 L. über dem Vergleichungspuncte. Dabei lag die Visirlinie im Durchschnitt von vier Beobachtungen 1 F. 1 Z. $2\frac{3}{4}$ L. über dem vorhin bemerkten Puncte x an der Uferseite bei Lent, so dafs dieser Punct 20 F. 5 L. — 1 F. 1 Z. $2\frac{3}{4}$ L. = 18 F. 11 Z. $2\frac{1}{4}$ L. über dem Vergleichungspuncte lag. Da nun der Unterschied zwischen den beiden an den beiden Seiten des Stromes gefundenen Maafsen des bei Lent genommenen Punctes x, so wie die Wirkung des Unterschiedes zwischen dem wahren und scheinbaren Horizont und der Stralenbrechung gänzlich verschwindet, so liegt, wenn man das Mittel aus obigen beiden Beobachtungen nimmt, der bei Lent gewählte Punct x $\frac{1}{2}$(19 F. 2 Z. + 18 F. 11 Z. $2\frac{1}{4}$ L.) = 19 F. $7\frac{1}{2}$ L. höher als der Vergleichungspunct.

d. Da an dieser Stelle eine ganz besondere Genauigkeit nöthig war, so wiederholte man die beschriebene Operation noch einmal. Dabei stand das Instrument, im Durchschnitt von vier verschiedenen Beobachtungen, 3 F. 11 Z. $3\frac{1}{8}$ L. über dem Puncte bei Nymwegen, oder 15 F. 11 Z. 9 L. + 3 F. 11 Z. $3\frac{1}{8}$ L. = 19 F. 11 Z. $\frac{1}{8}$ L. über dem Vergleichungspuncte, während dieselbe Visirlinie 8 Z. $6\frac{1}{2}$ L. hoch über dem bei Lent gewählten Puncte x war, welcher mithin 19 F. 11 Z. $\frac{1}{8}$ L. — 8 Z. $6\frac{1}{2}$ L. = 19 F. 2 Z. $5\frac{5}{8}$ L. über dem Vergleichungspuncte lag.

e. Ferner wurde das Instrument an der Seite bei Nymwegen 4 F. 2 Z. 5 L. hoch über dem dortigen Puncte, nemlich 20 F. 2 Z. 2 L. über dem Vergleichungspuncte aufgestellt, und es war die Visirlinie im Durchschnitt von vier Beobachtungen 1 F. 2 Z. $4\frac{1}{2}$ L. hoch über dem bei Lent gewählten Puncte x, so dafs dieser Punct = 18 F. 11 Z. $9\frac{1}{2}$ L. hoch über dem Vergleichungspuncte lag; dagegen liegt im Durchschnitt der beiden letztern und der vorigen Beobachtungen der zu Lent erwählte Punct x: $\frac{1}{2}$(19 F. 2 Z. $5\frac{5}{8}$ L. + 18 F. 11 Z. $9\frac{1}{2}$ L.) = $\frac{1}{2}$(38 F. 2 Z. $3\frac{1}{8}$ L.) = 19 F. 1 Z. $1\frac{9}{16}$ L. (β) + 19 F. $7\frac{1}{8}$ L. (α), also im Mittel $\frac{1}{2}$(38 F. 1 Z. $8\frac{1}{16}$ L.) = 195 F. $10\frac{1}{32}$ L. hoch über dem Vergleichungspuncte.

f. Der mehrerwähnte Punct x neben dem Orte Lent wurde durch wiederholte Beobachtungen (wegen der grofsen Breite des Stroms daselbst) mit gröfster Genauigkeit in Beziehung auf den Vergleichungspunct festgelegt; auch wurde ein gehackter Bolzen, der am Ende der ersten Station am Hause des Arend Krynen im Jahre 1797 in die Mauer geschlagen worden war, aufs neue beobachtet und 7 Z. 5 L. unter der Visirlinie gefunden. Die Bake *A* zeigte 6 F. 5 Z. 7 L. über dem vorbenannten Punct bei Lent, oder 19 F. $10\frac{1}{4}$ L. + 6 F. 5 Z. 7 L. = 25 F. 6 Z. $5\frac{1}{4}$ L. über dem Vergleichungspuncte, so dafs der gehackte Bolzen

in der Hausmauer des *A. Krynen* 25 F. 6 Z. 5½ L. — 7 Z. 5 L. = 24 F. 11 Z. ¼ L. über dem Vergleichungspuncte lag.

g. Nachdem das Nivellement bis zum Hause, die Rheedsche Brücke genannt, gekommen war, wurde bei der Beobachtung in der Station No. 17. ein im Jahre 1797 in die Hausmauer eingeschlagener gehackter Bolzen von Neuem nivellirt. Der Endpunct der 16ten Station in der letzten Spalte der Tabelle lag über dem Vergleichungspuncte . . . . . 9 F. . . . .
hoch. Die Bake *A* in der Station No. 17. zeigte darüber . 4 - 9 Z. 8 L.
so dafs die Visirlinie . . . . . 13 F. 9 Z. 8 L.
über dem Vergleichungspuncte lag. Der gehackte Bolzen war
über der Visirlinie . . . . . — - 1 - ½ -
hoch; mithin lag er über dem Vergleichungspuncte . . . 13 F. 10 Z. 8½ L.

Nivellement der bezüglichen Standpuncte de

(Von Nymwegen

Nummer.	Entfernung der Standpuncte in Ruthen.	Visirbake *A.*						Visirbake *B.*					
		Erste Beobachtung.			Zweite Beobachtung.			Erste Beobachtung.			Zweite Beobachtung.		
		F.	Z.	L.	F.	Z.	L.	F.	Z.	L.	F.	Z.	L.
1	20	6	5	7	6	5	7	0	9	1½	0	9	1½
2	35+28	4	3	11	4	3	11	12	0	2½	12	0	2½
3	100	2	2	4	2	2	2	4	11	2	4	11	1
4	100	2	3	5	2	3	8	5	0	2½	5	0	2½
5	50+60	4	10	10	4	10	8	4	9	6	4	9	6
6	100	4	11	1½	4	11	1	2	9	11½	2	9	11
7	100	2	0	3	2	0	1½	2	4	½	2	4	1
8	100	5	8	3	5	8	3	5	5	5½	5	5	5
9	100	2	1	4½	2	1	3	2	3	9½	2	3	9
10	100	4	7	2	4	7	1	4	9	11½	4	9	11
11	100	2	10	11½	2	10	11	5	11	7½	5	11	7½
12	100	4	6	11	4	7	½	4	11	10	4	11	10
13	100	6	3	10	6	3	10	4	0	4	4	0	4
14	100	4	1	7½	4	1	7	4	8	10	4	8	10
15	50+45	2	8	10	2	8	10	2	1	4	2	1	3½
16	100	4	4	3½	4	4	3½	7	6	2	7	6	½
17	100	4	9	8	4	9	8	3	11	10	3	11	11½
18	100	4	6	4	4	6	4½	4	3	10½	4	3	10½
19	100	4	10	8	4	10	8	5	3	9	5	3	9
20	100	5	2	3	5	2	2	5	0	2	5	0	2
21	100	5	2	10	5	2	10	2	4	7½	2	4	8
22	100	2	0	2½	2	0	0	2	2	10½	2	2	10½
23	100	3	5	9	3	5	8	4	2	4½	4	2	5
24	65+50	5	2	6	5	2	5	6	9	10½	6	9	10½
25	100	3	7	2	3	7	½	4	6	5	4	6	5
26	45+50	5	8	0	5	7	11½	5	8	2	5	8	1½
27	100	7	7	5	7	7	2	6	1	11½	6	1	11½
28	100	3	9	1	3	9	1	5	9	0	5	9	0
29	100	5	10	11	5	10	11	4	6	8	4	6	8
30	100	3	5	9	3	5	7	3	4	½	3	4	½
31	100	4	4	2	4	4	2	3	7	5	3	7	5
32	100	4	11	4½	4	11	2	5	4	8½	5	4	8½
33	100	3	2	2	3	2	1	3	2	4½	3	2	4½
34	100	4	9	8	4	9	8	4	2	2½	4	2	2½
35	100	4	8	9	4	8	9	5	1	0	5	1	0
36	100	6	3	9	6	3	10	2	9	11½	2	9	11
37	100	5	10	10	5	10	11	4	2	2½	4	2	2½
38	50	5	2	11	5	3	1	0	11	9½	0	11	9½
39	12	6	7	2	6	7	2	3	5	2	3	5	2
40	62	4	4	4	4	4	4	4	9	0	4	9	0
41	80	3	6	7½	3	6	7½	3	3	2½	3	3	2
42	100	4	1	2	4	1	2	4	4	7½	4	4	7½
43	100	4	1	4	4	1	3	4	7	6	4	7	6
44	100	5	2	2½	5	2	2½	4	3	1	4	3	1
45	75	4	8	9	4	8	9	7	0	10½	7	0	8½
	Zusammen	202	0	5½	201	11	0	200	2	3½	200	1	10

Pegelpfähle zu Nymwegen und Arnheim.

bis Arnheim.)

A.			B.			Steigen.			Fallen.			Reduction auf den Nullpunct oder den Punct der Vergleichung.		
F.	Z.	L.	F.	Z.	L.	F.	Z.	L.	F.	Z.	L.	F.	Z.	L.
6	5	7	0	9	1½	5	8	5½	—	—	—	24	9	3¾
4	3	11	12	0	2½	—	—	—	7	8	3½	17	1	¼
2	2	3	4	11	1½	—	—	—	2	8	10½	14	4	1¾
2	3	6½	5	0	2½	—	—	—	2	8	8	11	7	5¾
4	10	9	4	9	6	0	1	3	—	—	—	11	8	8¾
4	11	1¼	2	9	11¼	2	1	2	—	—	—	13	9	10¾
2	0	2¼	2	4	¾	—	—	—	0	3	10½	13	6	¼
5	8	3	5	5	5¼	0	2	9¾	—	—	—	13	8	10
2	1	3¾	2	3	9¼	—	—	—	0	2	5½	13	6	4½
4	7	1½	4	9	11¼	—	—	—	0	2	9¾	13	3	6¾
2	10	11¼	5	11	7½	—	—	—	3	0	8¼	10	2	10½
4	6	11¾	4	11	10	—	—	—	0	4	10¼	9	10	¼
6	3	10	4	0	4	2	3	6	—	—	—	12	1	6¼
4	1	7¼	4	8	10	—	—	—	0	7	2¾	11	6	3½
2	8	10	2	1	3¾	0	7	6¼	—	—	—	12	1	9¾
4	4	3½	7	6	1¼	—	—	—	3	1	9¾	9	0	0
4	9	8	3	11	10¾	0	9	9¼	—	—	—	9	9	9¼
4	6	4¼	4	3	10½	0	2	5¾	—	—	—	10	0	3
4	10	8	5	3	9	—	—	—	0	5	1	9	7	2
5	2	2½	5	0	2	0	2	½	—	—	—	9	9	2½
5	2	10	2	4	7¾	2	10	2¼	—	—	—	12	7	4¾
2	0	1¼	2	2	10½	—	—	—	0	2	9¼	12	4	7½
3	5	8½	4	2	4¾	—	—	—	0	8	8¼	11	7	11¼
2	5	5½	6	9	10½	—	—	—	1	7	5	10	0	6¼
3	7	1¼	4	6	5	—	—	—	0	11	3¾	9	1	2½
5	7	11¾	5	8	1¾	—	—	—	0	0	2	9	1	½
7	7	3½	6	1	11½	1	5	4	—	—	—	10	6	4½
3	9	1	5	9	0	—	—	—	1	11	11	8	6	5½
5	10	11	4	6	8	1	4	3	—	—	—	9	10	8½
3	5	8	3	4	½	0	1	7½	—	—	—	10	0	4
4	4	2	3	7	5	0	8	9	—	—	—	10	9	1
4	11	3¼	5	4	8½	—	—	—	0	5	5¼	10	3	7¾
3	2	1½	3	2	4½	—	—	—	0	0	3	10	3	4¾
4	9	8	4	2	2½	0	7	5½	—	—	—	10	10	10¼
4	8	9	5	1	0	—	—	—	0	4	3	10	6	7¼
6	3	9½	2	9	11¼	3	5	10¼	—	—	—	14	0	5½
5	10	10½	4	2	2½	1	1	8	—	—	—	15	9	1½
5	3	0	0	11	9½	4	3	2½	—	—	—	20	0	4
6	7	2	3	5	2	3	2	0	—	—	—	23	2	4
4	4	4	4	9	0	—	—	—	0	4	8	22	9	8
3	6	7½	3	3	2¼	0	3	5¼	—	—	—	23	1	1¼
4	1	2	4	4	7½	—	—	—	0	3	5½	22	9	7¾
4	1	3½	4	7	6	—	—	—	0	6	2½	22	3	5¼
5	2	2½	4	3	1	0	11	1½	—	—	—	23	2	6¾
4	8	9	7	0	9½	—	—	—	2	4	½	20	10	6¼
201	11	8¾	200	2	0¾	33	2	10¾	31	5	2¾			

h. In der Station No. 27. wurde der gehackte Bolzen, welcher im Jahre 1797 am Zollhause bei der Linge in die Aufsenmauer eingeschlagen war, wieder beobachtet, wie folgt.

Das Ende der Station 26. lag	9 F. 1 Z. ½ L.
über dem Vergleichungspuncte. Die Bake *A.* in der Station 27. lag	7 - 7 - 3½ -
darüber, so dafs die Visirlinie	16 F. 8 Z. 4 L.
über dem Vergleichungspuncte war, wogegen der gehackte Bolzen	1 - 10 - 11½ -
unter dieser Visirlinie lag und also	14 F. 9 Z. 4½ L.

über dem Vergleichungspuncte liegt.

i. Ferner wurde der beim Nivellement von 1797 an dem Wirthshause „Der Schwan" zu Elden eingeschlagene gehackte Bolzen in der Station No. 39. nivellirt.

Der Schlufs der Station No. 39. wurde	20 F. — Z. 4 L.
hoch über dem Vergleichungspuncte gefunden.	
Die Bake *A.* wies in dieser Station	6 - 7 - 2 -
so dafs die Visirlinie	26 F. 7 Z. 6 L.

über dem Vergleichungspuncte lag.

Der gehackte Bolzen war	— - 10 - 7 -
über der Visirlinie, mithin	27 F. 6 Z. 1 L.

über dem Vergleichungspunct hoch in die Hausmauer eingeschlagen worden.

Da es mit Berücksichtigung des Nivellements des Niederrheins und Lecks, welches beim Wirthshause „Der Schwan" zu Elden angefangen und bis nach Krimpen am Leck fortgesetzt werden sollte, wichtig war, einen festen Punct an dem Hause „Der Schwan" zu haben; so wurde dazu ein Punct *y* an der linken vordern Ecke des Wassersteins vor dem Hause genommen. Die Bake hatte die Höhe von 1 F. 8 Z. 3¼ L. unter der Visirlinie No. 39., so dafs der Punct *y* 26 F. 7 Z. 6 L. — 1 F. 8 Z. 3¼ L. = 24 F. 11 Z. 2¾ L. über dem Vergleichungspuncte lag.

k. Endlich, nachdem man mit der Station No. 45. bis zum südlichen Landhaupte der Schiffbrücke zu Arnheim vorgerückt war, wo sich das Ende dieser Station . . . . . 20 F. 10 Z. 6¼ L.
hoch über dem Vergleichungspuncte fand, wurde das Instrument darüber . . . . . 4 - — - 10½ -
hoch gestellt, also . . . . . 24 F. 11 Z. 4¾ L.
hoch über dem Vergleichungspuncte.

Bis hierher 24 F. 11 Z. $4\frac{3}{4}$ L.

Eine Bake an einem gewissen Puncte x beim nördlichen Landhause derselben Schiffbrücke hatte nach drei verschiedenen Beobachtungen die Höhe von . . . . . 6 – — – $1\frac{3}{3}$ –

so dafs der Punct x . . . . . 18 F. 11 Z. $3_{1}\frac{1}{2}$ L.

über dem Vergleichungspuncte lag.

l. Nachdem das Instrument nach dem nördlichen Landhaupte der Schiffbrücke über den Niederrhein herübergebracht worden war, wurde dasselbe nach drei verschiedenen Beobachtungen auf die Höhe von 25 F. 7 Z. $4\frac{1}{2}$ L. über dem Endpunct der Station No. 45. aufgestellt, also über dem Vergleichungspuncte . . . . . 23 F. 5 Z. $10\frac{3}{4}$ L.

hoch. Die Visirlinie war über dem obengenannten Puncte x 4 – 5 – 11 –

bei der Schiffbrücke hoch, so dafs der Punct x . . . 18 F. 11 Z. $11\frac{3}{4}$ L.

über dem Vergleichungspuncte lag. Man bekommt daher im Durchschnitt obiger beiden Resultate für die wahre Lage des Punctes x an dem nördlichen Landhaupte der Schiffbrücke zu Arnheim . . . . . 18 F. 11 Z. $3_{1}\frac{1}{2}$ L.

und 18 – 11 – $11\frac{3}{4}$ –

im Durchschnitt $\frac{1}{2}$ (37 F. 11 Z. $2\frac{5}{6}$ L.)

= 18 F. 11 Z. $7_{1}\frac{5}{2}$ L. über dem Vergleichungspuncte. Da nun der Punct x 18 F. 11 Z. 5 L. über dem Nullpuncte des Arnheimer Wasserstandmessers liegt, so folgt, dafs dieser Nullpunct ***über*** dem Nullpuncte des Wasserstandmessers oder Pegelpfahls zu Nymwegen 2 F. 3 Z. $2\frac{1}{2}$ L. hoch liegt. Es wurde nun am Fährhause bei der Schiffbrücke zu Arnheim, genau 20 F. über dem Nullpuncte des Arnheimer Wasserstandmessers, ein gehackter Bolzen eingeschlagen. U. s. w.

Wie schon bemerkt, ist zur Controlirung des Nivellements von Nymwegen nach Arnheim auf dieselbe Weise und in derselben Richtung ein zweites Nivellement rückwärts von Arnheim nach Nymwegen gemacht worden, um für künftige Beobachtungen die Lage der Nullpuncte der beiden Wasserstandmesser möglichst genau zu ermitteln und danach die Wasserstände an diesen Puncten der Waal und des Niederrheins täglich anmerken, vergleichen und beurtheilen zu können. Wir übergehen die Beschreibung des zweiten Controle-Nivellements; das Haupt-Ergebnifs davon aber wird zeigen, welchen Grad der Genauigkeit man erreicht hat.

Nach dem ersten Nivellement von Nymwegen nach Arnheim liegt der Nullpunct des Arnheimer Wasserstandmessers oder Pegelpfahls *höher* als der Nullpunct bei Nymwegen um . . . . . 2 F. 3 Z. $2\frac{1}{2}$ L.
Nach der zweiten Nivellirung von Arnheim nach Nymwegen um 2 – 1 – $5\frac{3}{4}$ –
Thut im Durchschnitt = 2 F. 2 Z. $4\frac{1}{8}$ L.
so dafs die Nivellements unter sich im Ganzen einen Unterschied von . . . . . 1 Z. $8\frac{3}{4}$ L.
ergaben und die Mittelzahl aus beiden nur um . . . . . $10\frac{3}{8}$ L.
von jeder abweicht. Dieser kleine Unterschied ist auf eine so bedeutende Länge, und da man zwei Ströme überschreiten mufste, sehr geringe und für den practischen Gebrauch gewifs ganz unschädlich.

Dagegen aber ist auch nicht zu verkennen, dafs das zu den Operationen der sichern Controle wegen verwendete übergrofse Personal im Verhältnifs zu dem Zeitgewinne und den Kosten viel zu theuer ist. Die oben in §. 2. angegebene Nivellirmethode ist, bei mindestens gleicher Sicherheit, weit wohlfeiler, wenn auch, um keine Zeit zu verlieren, eine lange Operationslinie unter zwei oder mehrere Ingenieurs vertheilt wird, die sich in den Anschlufspuncten der Sectionen, ebenfalls ohne Irrthumsmöglichkeit, controliren müssen.

§. 7.

Müssen bei einer nivellitisch-hydrometrischen Aufnahme grofser Ströme und Flüsse zugleich auch die Deichlinie und die in den Deichen befindlichen Schleusen und Siele, und aufserdem Querprofile des Stroms und der beiderseitigen Ufer, Deiche und Binnenlande gemessen werden, so ist es in der Regel am besten, die Nivellementslinie nach der Länge des Stromes auf die Kappe oder Krone der Deiche zu legen und, ehe man das Nivellement des Deiches beginnt, die Länge der Deichkappe mit der Kette zu messen und von 25 zu 25 Ruthen Pfähle in die Kappe, bis auf die Oberfläche der Erde einzuschlagen; welche dann die Stationspfähle für das Nivellement, so wie zu den Querprofilen des Stromes, der beiderseitigen Deichkörper und des Terrains aufser- und innerhalb derselben sind. Je nachdem es dann weiter der Zweck der Messung erfordert, werden die Querprofile von 50 zu 50 Ruthen oder von 100 zu 100 Ruthen aufgenommen; und zwar so weit innerhalb oder landwärts der Deiche, dafs sich aus den Querprofilen die Höhe des Strombettes, der zunächst daran liegenden Anwächse oder Aufsendeiche, ferner der Deiche und des Binnenlandes mittels der in die Querprofile eingeschriebenen Zahlen ent-

nehmen läfst. Bei dieser Methode ist es unnöthig, ein paralleles Längenprofil in dem Binnenlande neben der Nivellementslinie auf den Deichen besonders zu messen, weil durch die Querprofile die Höhen der aufser- und innerhalb der Deiche zunächst liegenden Grundstücke angegeben wird. Falls indessen die Deiche zu hoch über oder zu weit entfernt von dem Wasserspiegel des Stromes sind und ein genaues Stromnivellement erforderlich ist, wird es gut sein, möglichst nahe am Ufer eine zweite Nivellementslinie zu ziehen, welche mit dem Deichnivellement an den Anfangs- und Endpuncten, so wie in den festen Zwischenpuncten zusammenhängt; in welcher Linie aber hauptsächlich nur die Wasserpegel des Stromspiegels beobachtet werden.

Die an und auf den Deichen liegenden festen Puncte, als Siele, Schleusen, Brücken und starke Bäume, dienen zur Festlegung des Längen- und Quernivellements, für den Fall, dafs die in die Deichkappe geschlagenen Stationspfähle oder die Wasserpegel durch absichtliche Zerstörung, durch neue Bauwerke, oder sonst mit der Zeit verloren gehen. Zur künftigen Wiederauffindung und sichern Bestimmung eines vor mehreren Jahren gemachten Nivellements von Strömen, Deichen, Chausséelinien u. s. w. ist es, um die Wiederholungskosten der ganzen Arbeit zu vermeiden, immer sehr angemessen und nöthig, in feste, nicht leicht veränderliche, auf oder nahe an Deichen oder Strafsen befindliche Gegenstände, als Häuser, Schleusen u. s. w. dauerhafte Merkzeichen, z. B. eiserne gehackte Kreuzbolzen in Mauern etc. bis an den Kopf einzuschlagen, so dafs sie nicht leicht wieder herausgezogen werden können, auch die Lage von Thür- und Fensterschwellen, insbesondere aber die festliegenden Schlagbalken und die Schwellen, so wie die Oberkanten der Mauern und Gewölbe der Siele, Schleusen und Brücken bei dem Nivellement zu bemerken und zugleich die Weite und Höhe im Lichten etc. zu notiren, auch wenn es die Zeit gestattet, eine Handzeichnung davon zu machen. Wo es in wüsten Heiden und wenig angebauten Gegenden an festen Puncten fehlt, bleibt nichts übrig, als streckenweise, etwa von 1000 zu 1000 Ruthen, aufserhalb der Nivellementslinie genau aufgemessene *verborgene* Nivellementspfähle, einige Fufse unter der Erde, in Gruben einzuschlagen, dieselben mit einem auf vier kleinen Nebenpfählen ruhenden viereckigen Brett zu bedecken und mit Erde zu beschütten, so dafs die Zerstörer diese Stellen nicht leicht auffinden können.

Im Fall der nivellitisch-hydrometrisch aufzunehmende Strom oder Flufs an beiden Ufern bedeicht ist, mufs die vorhin beschriebene Operation an beiden Seiten geschehen. Die auf die beiderseitigen Deichkappen gelegten Längen-

Nivellements werden nicht allein durch die von 50 zu 50, oder von 100 zu 100 Ruthen zu messenden Querprofile, sondern auch durch die quer über den Strom in den Stationen zu machenden nivellitischen Beobachtungen mit einander verbunden, so dafs ihre gegenseitige Lage aus den Berechnungen und den Zeichnungen der Längen- und Querprofile genau hervorgehe.

Um die Höhen der Wasserstände, der Ebbe und Fluth, der Spring- und Sturmfluthen für einzelne Tage, oder besondere Ereignisse, wie auch im mittlern Durchschnitte zu erfahren, mufs man an den Schleusen, Sielen und Brücken, welche in den Deichen und den andern Nivellementslinien liegen, feste Wassermesser anbringen und dieselben dann täglich so lange beobachten lassen, als man die verschiedenen Wasserstände in einer gewissen Zeitperiode wissen will. Diese Wasserstände werden dann in die Längen- und Querprofile eingetragen.

Wird noch in den nivellitisch-hydrometrischen Resultatstabellen die Bodenbeschaffenheit der Flufsbetten, Ufer und Deiche bemerkt und in den Profilen mit besondern Farben bezeichnet, so hat man Dasjenige vor Augen, was zur technischen Beurtheilung eines Stromes gehört, wenn noch eine richtige, geometrisch gemessene Plancarte von dem Strome und den angrenzenden Ufergegenden, so weit dieselben in Betracht kommen, daran sich anschliefst; auf welcher Carte dann die Längen- und Quernivellementslinien mit ihren Hauptstationspuncten eingetragen werden.

Bei ausgedehnten Untersuchungen sehr langer, wichtiger Strom-, Canal- und Eisenbahnlinien ist die oben beschriebene unfehlbare Art der Messungen, so wie die Anwendung eines Nivellir-Instruments, welches keine Fehler zuläfst, in der That unentbehrlich, weil von der möglichst genauen Richtigkeit der Messungen der Erfolg solcher Anlagen und der dazu nöthigen sehr bedeutenden, oft mehre Millionen betragenden Summen abhangen kann. Es ist also ein wahrer Gewinn für die Wasser- und Strafsen-Baukunst und für die bezahlenden Behörden, wenn zuverlässige Mittel gesucht und gefunden werden, Ströme oder neue Canäle und Eisenbahnen vor ihrer Ausführung möglichst und so genau durch Messung vorzubereiten, dafs die Anlage nicht technisch mifslingt, oder während derselben abgeändert werden mufs, um dem Mifslingen vorzubeugen; wodurch die Kosten des Baues sich manchmal verdoppeln und vervielfältigen; was öfters auch schon bei Eisenbahnen im Einzelnen oder im Ganzen der Fall gewesen sein mag, deren Anlagekosten dann die Anschlagssumme bei weitem und wohl um das Doppelte überstiegen und also viel Lehrgeld

kosteten. Also ist eine sichere Operationsmethode und Berechnung, so wie nicht minder ein Instrument, womit man alle Fehler vermeiden kann, zur Ersparung grofser Kosten, die solche Fehler wieder gut machen müssen, ein Hauptbedürfnifs und wohl Geldes werth.

Wir übergehen, der Kürze wegen, die jedem erfahrnen Ingenieur bekannte Art und Weise des Bohrens und Untersuchens des Untergrundes, dessen Resultate in den Nivellementsprofilen hinzuzufügen sind.

§. 8.

Im gewöhnlichen practischen Dienste, bei der Untersuchung vorhandener Canäle, Sieltiefen und sonstiger Wasserleitungen von nicht grofser Ausdehnung, sind zur Ersparung von Zeit und Kosten meistens keine so genauen Nivellirmethoden, noch so vollkommne Instrumente nöthig. Hier genügt eine gute Canalwage, deren Gebrauch im ersten Abschnitte beschrieben ist, nebst einer Setzwage; und ein im Canal durch Schliefsung der Schleusenthore hervorgebrachter stillstehender Wasserspiegel; wie dies jedem practischen Wasserbaukundigen bekannt ist.

11.

Gutachten über die Eisenbahn von Stuttgart nach Ulm;

enthaltend eine Vergleichung zwischen den beiden Concurrenz-Linien

a. Durch das Neckar- und Filsthal über die Alb;

b Durch das Rems-, Kocher und Brenzthal.

(Von Herrn *A. W. Beyse*, Civil-Ingenieur und Architekten aus Cöln.)

(Schlufs des Aufsatzes No. 7. im vorigen Heft.)

IV. Kosten der beiden Concurrenzlinien.

a) durch das Neckar- und Filsthal von Stuttgart bis Ulm.

Officielles Project.

1te Stunde, am Holzplatz vor dem Gögglinger Thore zu Ulm, bis jenseits des Söfflinger Steinbruchs.

	Doppelbahn. Officiell veranschlagt. Fl.	Kr.	Werden kosten: Fl.
Brücken von 32 Fufs und 40 Fufs Spannung wegen der Schwierigkeiten im Festungsrayon der Einschnitte, Dämme und Brücken.	440 369	56	550 600
2te Stunde, im Blauthale und dem Mähringer Grunde oder dem Schammenthale, veranschlagt im officiellen Project	393 139	19	450 000
3te Stunde, ganz im Mähringer Grunde, mit Einschnitten von 82, 108 und 65 Fufs Tiefe und Dämmen von 24, 44, 54 und 107 Fufs Höhe. .	361 128	52	600 000
4te Stunde daselbst, wieder bis ins Blauthal an Klingenstein vorüber, durch den Berg, mit einem Tunnel von 2200 Fufs Länge, welcher allein wenigstens 660 000 Gulden kosten würde.	361 128	53	1 200 000
Einschnitte von 12, 21, 53, 58 und 102 Fufs Tiefe. Dämme von 42, 52, 96 und 176 Fufs Höhe.			
5te Stunde, durch das Kiesenthal oder den Bollinger Grund. Einschnitte von 20, 22, 25, 50, 80			

Doppelbahn.	Officiell veranschlagt. Fl.	Kr.	Werden kosten: Fl.
und 81 F. tief. Dämme von 16, 48 und 56 Fufs hoch, mehrere Wasserdurchlässe, drei Tunnels, zusammen 3100 Fufs lang, welche, zu 300 Gulden der Lauffufs, 930 000 Gulden kosten würden. Diese ist veranschlagt *)	478 425	28	1 500 000
6te Stunde. Einschnitt in Felsen 76 Fufs tief. Tunnel 9400 Fufs lang.	366 554	37	3 400 000
7te Stunde. Einschnitte von 38 und 55 Fufs tief in Felsen; Dämme von 24, 40 und 88 Fufs hoch; Brücken von 18 und 20 Fufs Spannung	400 124	31	600 000
8te Stunde. Einschnitte in Felsen von 14, 22 und 44 Fufs tief, Dämme von 23, 66 und 67 Fufs hoch	375 488	39	500 000
9te Stunde. Einschnitte in Felsen von 18, 52, 57 und 82 Fufs tief. Dämme unbedeutend; der Boden mufs an der Seite ausgesetzt werden. Ein Tunnel von 600 Fufs lang, zu 300 Gulden, thut 180 000 Gulden.	361 128	53	550 000
10te Stunde. Einschnitte in Felsen von 65, 80, 100 und 108 Fufs tief; besser zum Theil in kurze Tunnels zu verwandeln. Dämme von 30 und 54 Fufs hoch; Tunnel von 1700 Fufs Länge, zu 300 Gulden, thut 510 000 Gulden.	404 407	22	1 100 000
11te Stunde. Einschnitte von 16, 26, 50, 53, 62 und 70 Fufs tief; Dämme von 56, 57, 62, 120 und 160 Fufs hoch.			

Ich, bedaure, dafs ich nicht die Zeit und das Material habe, genau zu berechnen, wie viel Schachtruthen alle Einschnitte und Dämme respective enthalten, weil man danach berechnen könnte, in wie viel Jahren solche fertig werden möchten. In England wird der 100 Fufs hohe Damm in der London-Southamptonbahn für einen der beträchtlichsten gehalten.

*) Nähme man auch seine Zuflucht zu Stollen in den Haldentunnels, so kosten solche doch noch viel Geld, weil sie bei einer Länge von mehr als 500 Fufs Luftschafte bekommen müssen. Die Tunnels im Dover Cliff (Shakespeares Cliff) der London-Dover Eisenbahn geben hierzu das Beispiel.

Doppelbahn.	Officiell veranschlagt. Fl.	Kr.	Werden kosten: Fl.
1 Viaduct in der Thierhalde. 5 Bogen von 78 F. Spannung, 108 Fufs hoch. Ein Desgleichen am Geiselstein mit 6 Bogen von 48 Fufs Spannung und 152 Fufs hoch. Da man hier von keiner Seite mit Fuhrwerk zu den Arbeiten gelangen kann, so ist gar nicht zu berechnen, wie hoch dieselben zu stehen kommen würden. Ein Tunnel von 2000 Fufs lang ist hier zu 350 Gulden der laufende Fufs zu berechnen, thut 700 000 Gulden, ...	736 812	51	2 300 000
12te Stunde. Einschnitte in Felsen oder Thon, von 104, 106 und 190 Fufs tief, die vielleicht besser theilweise in kurze Tunnels verwandelt würden. Dämme von 56, 63 und 88 Fufs hoch.	596 280	41	1 500 000
13te Stunde. Einschnitte in Felsen oder Thon oder Gerölle von 91 und 140 Fufs tief (doch höchst wahrscheinlich in der Mitte berechnet); Dämme von 76, 80 und 82 Fufs hoch, mit Brücken bei Überkingen Brücken, unter der Bahn eine, über die Bahn eine.	596 280	41	1 500 000
14te Stunde. Einschnitte in Felsen oder Thon, oder beides zugleich, von 41 Fufs und 104 Fufs hoch. Dämme von 42 Fufs hoch, Tunnel von 4800 Fufs lang, zu 350 Gulden, thut 1 680 000 Gulden. Brücke über die Fils 50 Fufs weit. Ein Durchlafs, zwei Dohlen	431 004	8	2 300 000
15te Stunde. Einschnitte in Felsen oder Thon von 35, 36, 96 und 115 Fufs tief, welcher letzterer vielleicht besser einen Tunnel geben würde. Dämme von 11 und 16 Fufs hoch. Die Thäler bei Reichenbach und Böhringen würden wahrscheinlich mit dem Abtrage theilweise ausgefüllt werden müssen, weil der Auftrag verhältnifsmäfsig so geringe ist, ...	367 922	57	1 500 000

Doppelbahn. Officiell veranschlagt.	Fl.	Kr.	Werden kosten: Fl.
16te Stunde. Einschnitte in Felsen oder Thon von 10, 20 und 140 Fufs tief, welcher letztere wohl in einen theilweisen Tunnel verwandelt werden könnte. Dämme von 25 und 34 Fufs Höhe. Zwei Brücken unter der Bahn, eine Brücke über die Bahn	342 803	33	600 000
17te Stunde. Einschnitte in Thon, Erde oder Felsen von 18 und 42 Fufs tief; Dämme von 17 und 24 Fufs hoch. Eine Brücke unter der Bahn	230 050	54	450 000
18te Stunde. Einschnitte von 17 und 10 F. tief. Da das Gestänge einer Doppelbahn mit dem Fundament der Schienen etc. sehr hoch zu stehen kommt, so ist die Veranschlagung der Doppelbahn jedenfalls zu niedrig um	183 524	55	250 000
19te Stunde. Einschnitte von 20 und 15 F. tief	178 123	44	250 000
20ste Stunde. Einschnitte; Dämme nur von 8 und 10 Fufs hoch	216 236	29	250 000
21ste Stunde. Einschnitte von 9, 10 und 52 Fufs tief; Damm von 14 Fufs hoch	218 862	28	250 000
22ste Stunde, Einschnitte von 32 und 40 Fufs tief; Dämme von 9 und 18 Fufs hoch	215 289	11	250 000
23ste Stunde. Einschnitte von 58 Fufs tief; Dämme von 10 Fufs hoch	215 289	11	250 000
24ste Stunde. Einschnitt von 25 Fufs tief; Dämme von 17 und 18 Fufs hoch	256 057	47	300 000
25ste Stunde. Einschnitte in Keuper, Mergel oder Felsen von 48, 50 und 58 Fufs tief; Dämme von 11, 12 und 16 Fufs hoch	465 886	14	750 000
Eine Brücke mit 16 Bogen, jeder von 65 Fufs Spannung und 2 Bogen von 15 Fufs, über den Neckar.			
26ste Stunde. Einschnitte von 25 und 54 Fufs tief; Dämme von 7, 8 und 13 Fufs hoch.			

Doppelbahn.	Officiell veranschlagt. Fl.	Kr.	Werden kosten: Fl.
Eine Brücke über den Keuchbach	216 184	59	250 000
27ste Stunde. Eine Brücke von 20 Fufs Spannung	186 012	2	250 000
28ste Stunde. Einschnitte von 8, 45 und 70 Fufs tief	238 663	47	350 000
29ste Stunde. Dämme von 8, 11 und 21 Fufs hoch	238 663	47	350 000
30ste Stunde. Dämme von 9 und 11 Fufs hoch. Eine Brücke über den Mühlencanal von 50 Fufs Spannung	205 975	15	290 000
31ste Stunde. Blofs $\frac{1}{3}$ Dämme von 11 und 19 Fufs hoch; eine Brücke von 50 Fufs Spannung über den Mühlencanal und zwei über den Mühlengraben	113 293	37	150 000
Zusammen	10 925 214	$3\frac{1}{2}$	23 750 600

Da die Schwierigkeiten auf dem linken Neckar-Ufer durch den nassen Wiesengrund und die grofse Neckarbrücke wachsen, dagegen auf dem rechten Ufer die Brücke erübrigt wird, so kann man annehmen, es sei auf beiden Ufern gleich theuer zu bauen, und das Bahnsystem wird bei Cannstadt und Stuttgart jedenfalls bedeutend vereinfacht. Eine einfache Untersuchung wird dies jedenfalls näher ergeben, wenn die Querprofile beider Ufer zu Hülfe genommen werden.

Diese Berechnung wird den im Eisenbahnbauwesen Unerfahrenen sehr hoch scheinen; sie ist aber auf 10jährige Erfahrung gegründet, und die dabei aufgestellten Principien haben sich bei meinen Berechnungen bis jetzt bewährt. Im Gegentheil ist es unmöglich, alle Eventualitäten, die sich im Laufe des Baues herausstellen können, nemlich durch sehr festes Gestein oder abgleitende Böschungen in Einschnitten, unganzes Gestein, Quellen und Quellsand in den Tunnels, Abgleiten der Dämme, Nachstürzen der Berg-Abhänge, unsichere Fundamente der Brücken und Viaducte, Unzugänglichkeit der Arbeitsstellen für das Fuhrwerk, und folglich Vertheurung des Materialien-Transports bis auf das 5-, 6-, 10-, ja 20fache an steilen Hängen und bei Regenwetter, Vertheuerung des Arbeitslohnes durch die grofse Menge Menschen, die man gleichzeitig beschäftigen mufs und gewöhnlich nicht unterzubringen weifs, durch

Vertheuerung der Lebensmittel in der Nähe der Bahn etc. vorauszusehen und zu berechnen.

Starke Steigungen erfordern stärkere Schienen, Fundamente und stärkeres Betriebsmaterial; wodurch die Bahn über die Alb ebenfalls sehr vertheuert werden würde.

A. Die Kosten der Bahn von Stuttgart nach Ulm, Doppelbahn, würden also sein, officiell berechnet, ... 10 925 214 Fl. 3½ Kr.

Bahnhöfe	235 097 -	21½ -
Unvorhergesehene Fälle	300 000 -	35 -
Betriebsmaterial, als: Maschinen, Güterwagen, Pferde-Transportwagen, Cokeswagen etc., auf die Stunde 30 000 Fl., wofür also zu rechnen ist . .	1 000 000 -	— -
Bahn von Stuttgart nach Cannstadt	800 000 -	— -
Summa	13 260 312 Fl.	— Kr.

B. Die Kosten derselben Linie stellen sich aber nach den von mir aufgestellten und durch kostspielige, traurige Erfahrungen bestätigten Principien unter Voraussetzung einer Doppelbahn auf . . . 23 750 600 Fl. — Kr.

Bahnhöfe	235 097 -	21½ -
Betriebsmaterial	1 000 000 -	3½ -
Unvorhergesehene Fälle	300 000 -	35 -
Bahn von Cannstadt nach Stuttgart	800 000 -	— -
Summa	26 085 698 Fl.	— Kr.

Die Rheinische Eisenbahn wurde veranschlagt, als Doppelbahn etc., auf 4 500 000 Thlr. Als ich die Berechnung nach meinen Erfahrungen und Principien aufstellte, fand ich, dafs sie 9 bis 10 000 000 Thlr. kosten würde. Es stellt sich jetzt officiell heraus, dafs sie mit einer Doppelbahn, die bei starkem Verkehr nicht ausbleiben kann, noch mehr als 11 000 000 Thlr. kosten wird, bis sie ganz fertig ist.

Die Offenbarung der Wahrheit zog mir nur Undank zu; wie dies gewöhnlich der Fall ist, wenn man offen und festen Fufses damit auftritt.

Die Düsseldorf-Elberfelder Eisenbahn war veranschlagt, zuerst auf 600 000 Thlr., dann auf 800 000 Thlr. Meine Veranschlagung ging über 2 000 000 Thlr. hinaus, wenn man keine stehende Maschine baute; aber man vertraute meinen Angaben nicht. Die stehende Maschine wurde erbaut, und

der Glaube an die geringen Bausummen erhielt sich so lange, bis die Actionnairs nicht mehr zurückkonnten, und die Bahn um jeden Preis fertig werden mufste. Die stehende Maschine wurde siebenmal benutzt, und dann liefs man sie stille stehen, weil man sonst kaum die Betriebskosten gedeckt haben würde.

Das Resultat ist, dafs im Jahre 1842 der Betrieb über 60 Procent Selbstkosten erzeugte, die Prioritäts-Actien ihre Zinsen erhielten, dem Reservefonds aber, so wie den primitiven Actionnairs, gar nichts verabfolgt werden konnte.

Das Vertrauen in die Fremden war nun in der Wurzel erschüttert und die Kreise und Städte des Niederrheins nahmen bei der Düsseldorf-Elberfelder Eisenbahn, so wie der verständige Theil der Verwaltungsräthe und die Directionen anderer Eisenbahnen am Rhein die Zuflucht zu dem eigenen Landsmanne, zu mir.

Die Rhein-Weserbahn war früher über Elberfeld auf 5 600 000 Thlr. veranschlagt worden; ich zeigte durch Thatsachen, Erfahrungen und Principien, dafs eine Bahn von Cöln über Elberfeld, oder über die Berge, nach Minden, in der einen Richtung 28 000 000, in der andern sogar 30 000 000 Thlr. für 35 Meilen, dagegen die Bahn in der Ebene bei Duisburg nur 15 oder 16 Millionen, je nach der Richtung, kosten würde. Aufserdem zeigte ich, dafs die Bahn in der Ebene in strategischer, staatswirthschaftlicher und bahnpolizeilicher Hinsicht, so wie im Nutz-Effect, die erspriefslichste sein dürfte.

Die Deputation der Kreise und Städte des Niederrheins, die mich zu ihrem technischen Rathe erwählte, legte Sr. Majestät dem Könige und den hohen Landescollegien alle diese Auseinandersetzungen vor, und sie wurden sorgfältig durch eine Commission geprüft. Die siegenden Gründe der richtigen Veranschlagung und Würdigung aller Verhältnisse haben die allerhöchste Entscheidung für die Linie in der Ebene bewirkt.

Die beiden dortigen Concurrenzlinien standen etwa in dem Verhältnifs zu einander, wie hier die Neckar-Filsbahn (Elberfeld) und die Rems-Brenzbahn (in der Ebene).

Die von Herrn *Negrelli* vorgeschlagene Variation der Linie bei Reichenbach, mit Vermeidung des Weigoldsberges, würde jedenfalls die officielle Berechnung auf 12 260 312 Fl., meine Berechnung auf 23 085 698 Fl. bringen.

Die drei Variationen bei Ulm, in Verbindung der Variation, nur bis Überkingen in den Bahnhof zu fahren und von dort aus die Alb zu ersteigen, würden folgende Kosten verursachen:

Die Bahn würde von Ulm bis zur 17ten officiellen Stunde bei Altenstadt um 5 Stunden kürzer werden; es würden aber noch immer 11 Stunden von Ulm bis Altenstadt übrig bleiben, wovon jede Stunde durchschnittlich auf 1 200 000 Fl. zu veranschlagen wäre, thut . 13 200 000 Fl.

Dazu die Kosten von 15 Stunden von Altenstadt bis Stuttgart, wie oben berechnet:

17te Stunde	450 500 –
18te –	250 000 –
19te –	250 000 –
20ste –	250 000 –
21ste –	250 000 –
22ste –	250 000 –
23ste –	250 000 –
24ste –	300 000 –
25ste –	750 000 –
26ste –	250 000 –
27ste –	250 000 –
28ste –	350 000 –
29ste –	350 000 –
30ste –	250 000 –
31ste –	250 000 –
Summa	15 400 000 Fl.
Dazu unvorhergesehene . . .	300 000 Fl. 35 Kr.
Bahnhöfe	235 000 – 21½ Kr.

Dafs die Bahnhöfe der Zwischenstationen nicht schöner und gröfser gebaut werden als nöthig, wird vorausgesetzt.

Es ist diese Summe aber für die sämmtlichen Bahnhöfe mit allen Nebendingen und Werkstätten nach dem neuesten Standpuncte des Eisenbahnbaues, wo nicht mehr so unbequeme Bahnhöfe mit Drehscheiben angelegt werden dürfen, wie zu Cöln, Heidelberg, Mannheim, London-Southamptonbahn etc., kaum ausreichend. Man mufs viel mehr Wagen und Locomotiven aus einer Spur in die andere bringen können, ohne das, besonders im Winter, sehr unangenehme Manöver mit Drehscheiben nöthig zu haben.

Ferner ist es erforderlich, dafs die Stationen so erreicht werden, dafs daselbst keine Züge in einander fahren können; etwa wie auf der London-Brightonbahn, wo die langsamen Züge in der Station stillstehen können, ohne

dafs die schnellen, nicht anhaltenden Züge dadurch in ihrem Laufe aufgehalten werden: ein Umstand, den man zur Beseitigung der Gefahr nie aus den Augen verlieren sollte. Die hier angeführten Umstände rechtfertigen sicher meine Ansicht.

Betriebsmaterial	1 000 000 Fl.
Die Stunde von Stuttgart bis Cannstadt .	800 000 –
Summa	19 935 098 Fl.

Würde dagegen eine der Variationen von Ulm über die Alb und dann vom Steighof direct auf Geifslingen nach Altenstadt gebaut, so erhielte man von Ulm bis Altenstadt 9½ Stunde,

zu 1 200 000 Fl. durchschnittlich, thut . . . 11 400 000 Fl.

Wäre die für den Bau definitiv beschlossene Bahnlinie über die Alb bereits nivellirt und wären alle Profile davon vorhanden, so würde sich die specielle Berechnung aller Kosten der wirklichen Ausführung wahrscheinlich noch höher stellen.

Die Veranschlagung der Eisenbahnen durch die geschicktesten Chaussée- und Strafsenbaumeister hat aus folgendem Grunde stets ein zu geringes Facit gegeben.

Eine Chaussée verhält sich zu einer Eisenbahn, wie das Modell einer complicirten grofsen Maschine zur Maschine selbst. Der geschickteste Mechaniker construirt und berechnet das Modell, versucht es im Kleinen und erhält ein wundervolles Resultat, scheinbar dem Perpetuum-mobile sich nähernd. Die Maschine wird in collossalem Maafsstabe ausgeführt, und giebt gar nicht das erwartete Resultat. Warum? Weil nicht blofs die Kraft der Maschine, sondern auch die im Modell verschwindenden Fehler und Schwierigkeiten im cubischen Verhältnisse zunehmen. Ebenso wachsen auch die Schwierigkeiten beim Bau der Eisenbahnen zwischen den Bergen und durch dieselben hindurch.

Von Altenstadt bis nach Stuttgart, wie oben,	6 735 098 Fl.
Summa	18 135 098 Fl.

Die einfache Bahn verhältnifsmäfsig etwa ¼ weniger, weil man Tunnels Viaducte, Brücken, Durchlässe, Stationen und Betriebsmittel von vorn herein für die Doppelbahn anschaffen mufs.

b) Durch das Rems-, Kocher- und Brenzthal bis Ulm.

1ste Stunde, von Ulm bis Böfingen, im Donauthale, wie in der andern Linie	550 600 Fl.

2te Stunde desgleichen . . . . . 450 500 Fl.
3te, 4te, 5te, 6te, 7te, 8te Stunde, jede 250 000 Fl. . 1 500 000 –
9te, 10, 11te Stunde, jede 250 000 Fl. . . . . 750 000 –

Bevor ich hier weiter in der Schätzung der Kosten nach der Einsicht an Ort und Stelle fortfahre, bemerke ich, dafs alle in das officielle Project der Rems-Neckar-Brenzbahn aufgenommenen Tunnels, tiefen Einschnitte und hohen Dämme durch geschickte Auswahl der Linien und Krümmungen ganz vermieden werden können; besonders wenn man, wie es zu wünschen ist, amerikanische Locomotiven und Wagen anwendet. Die Untersuchung des ganzen Thales durch genaues Nivellement der Querprofile, von etwa 200 zu 200 Fufs, und von einer Thalwand zur andern, bis zu der Höhe, wo überhaupt eine Bahnlinie noch vortheilhaft hingelegt werden kann, ist dazu erforderlich.

12te Stunde, bei Giengen, mit Vermeidung der Bergköpfe 300 000 Fl.
13te Stunde bei Herbrechtingen, inclusive Durchbruch des Wasserscheiders . . . . . 500 000 –
14te, 15te und 16te Stunde, jede 250 000 Fl., . . . 750 000 –
17te Stunde, bei Königsbronn, Wasserscheider, . . . 375 000 –
18te, 19te und 20ste Stunde, jede 250 000 Fl., . . . 750 000 –
21ste, 22ste, 23ste, 24ste und 25ste Stunde, jede im Durchschnitt 375 000 Fl., ... 1 875 000 –
wegen der Schwierigkeiten bei Aalen und dem Blümle, aber mit Vermeidung des Umwegs und des Tunnels bei Essingen, so wie der zu hohen Lage des Bahnhofes bei Aalen.
26ste, 27ste, 28ste bis inclusive 34ste Stunde, zu 280 000 Fl., 9 Stunden . . . . . 2 700 000 –
35ste, 36ste und 37ste Stunde, über die Höhe bei Cannstadt, 3 Stunden, zu 500 000 Fl., ... 1 500 000 –
38ste Stunde, bis Stuttgart, ... 800 000 –

Summa 10 720 600 Fl.

Aufserdem Bahnhöfe und Betriebsmittel, wie bei der Linie über die Alb . . . . . 1 535 098 Fl.

Summa 12 255 698 Fl

Die Bahn durch das Neckarthal wird also, wenn man auch die ungünstigsten Steigungsverhältnisse für die Albbahn annimmt, immer noch 18 135 098 Gulden kosten; so dafs für den Bau durch das Remsthal 5 859 400 Gulden weniger auszugeben sind und man, mit Ausnahme auf der Höhe bei Cannstadt

und am Blümle, allenthalben gute Steigungen ohne geneigte Ebenen erhält, wenn man sich entschliefst, theilweise auf Baierischem Gebiete zu bauen.

Die Variation über Ulm nach Albeck würde kosten:

1te, 2te, 3te Stunde, zu 1 200 000 Fl.,	=	3 600 000 Fl.
4te Stunde		400 000 -
¾ Stunden, zu 300 000 Fl., ...		225 000 -
Summa		4 225 000 Fl.
Davon ab für die 4 ersten Stunden im Thal		1 500 600 -
bleibt		2 724 400 Fl.

Folglich kostet die Bahn bis Stuttgart . . 14 980 098 Fl.,

so dafs diese Bahn jedenfalls wohlfeiler wird, wenn selbst die kürzeste Linie zwischen Stuttgart und Ulm durch das Filsthal, und die längste zwischen beiden Orten über Albeck ausgewählt werden sollte.

Die Differenz zu Gunsten der Rems-Brenzbahn bleibt dann noch immer 3 155 000 Fl.; wahrscheinlich aber noch mehr.

Es war mir bis jetzt ebenfalls nicht möglich, ein genaues Nivellement der Linie über Albeck zu erhalten. Da aber die Aussicht vorhanden ist, mit Erlaubnifs des königlichen Directors und Vorstandes der Eisenbahn-Commission, Herrn *von Cöstlin,* auch dieses Nivellement zu erlangen, so werde ich später noch in einem Nachtrage die genaue Berechnung dieser Linie aufstellen, die dann auch einen bessern Maafsstaab für die genaue Veranschlagung der Linie von Ulm bis Altenstadt über die Alb geben wird. Ich glaube also nicht, dafs es ein Techniker wagen könne und dürfe, auf Kosten des Königreichs die Linie über die Alb zu erbauen, weil die Verantwortlichkeit wegen der Baukosten ebenfalls schwer auf ihm lasten würde; nicht zu gedenken, dafs der Betrieb der schwerste und gefährlichste über die Alb ist; auch namentlich dem Truppentransport im Kriege nicht zusagen würde, wenn man selbst die von mir angegebenen strategischen Gründe nicht berücksichtigen wollte.

Den 1ten Juli.

Ich war abermals bei dem Herrn Oberbaurath *von Bühler,* und konnte nunmehr auch die Variationen zwischen Ulm und Geifslingen auf dem Plane und das Längenprofil von Cannstadt nach Ulm detaillirt sehen und die nöthigen Maafse daraus entnehmen; wodurch es mir möglich wurde, die Beurtheilung des IV. Abschnitts oder des Kostenpunctes nochmals zu revidiren, so dafs sie nun ihre vorstehende Gestalt erhalten hat. Die detaillirten Kosten-Anschläge habe ich ebenfalls geprüft.

Zu diesen berechneten Summen müssen noch die Zinsen des gröfsern Capitals der Alb-Filsbahn für die längere, jedenfalls sechs Jahre dauernde Bauzeit gerechnet werden, während die höchsten dreijährigen Zinsen der Rems-, Kocher- und Brenzbahn ebenfalls zu dem geringeren Anlagecapital hinzukommen.

Ich will, da der Staat die Capitalien wahrscheinlich zu 3 Procent erhalten kann, auch nur 3 Procent dafür berechnen, und bei jeder Bahnrichtung annehmen, das Capital werde ganz gleichmäfsig verbaut, obgleich es sehr bekannt ist, dafs zu verschiedenen Perioden, besonders anfänglich und am Schlusse, gröfsere Summen erforderlich sind.

Es koste also die Alb-Filsthalbahn in ihrer geringsten Länge etwa 18 136 100 Fl., so kämen auf das erste Baujahr 3 022 500 Fl., thut zu 3 p. C. 90 657 Fl., ohne zu rechnen, dafs man schon Geld vorräthig zur Verfügung haben mufs, ehe man es wirklich ausgiebt, so dafs auch noch viel Geld zinsenlos liegen bleibt.

Im zweiten Baujahr gehen verloren: . . .	181 350 Fl.
- dritten - - - - . . .	272 025 -
- vierten - - - - . . .	362 700 -
- fünften - - - - . . .	453 375 -
- sechsten - - - - . . .	544 050 -
Summa	1 904 157 Fl.

Die kürzeste Filsbahn würde daher kosten, wie oben, 18 135 098 Fl.

Zinsen 1 904 157 -

Summa 20 039 255 Fl.

Dieselbe Berechnung ergiebt für drei Jahre Bauzeit der Remsbahn 14 980 098 Fl.

Daher $\frac{14\,980\,098 \text{ Fl.}}{3}$ oder $\frac{14\,980\,200 \text{ Fl.}}{3}$, thut 4 993 400 Fl. für ein Jahr.

1stes Baujahr, zu 3 p. C.,	=	149 802 Fl.
2tes - - - -	=	209 604 -
3tes - - - -	=	449 406 -
Summa		898 812 Fl.

für die ganze Bauzeit.

Sollte man auch einige kurze Strecken in der Zwischenzeit eröffnen, so werden diese blofs zur Einübung des Personals dienen und kaum den Betrieb decken.

Die Bahn von Cannstadt nach Ulm durch das Rems-, Kocher und Brenzthal über Alpeck kostet im Ganzen

14 980 098 Fl.
898 812 -
Summa 15 878 910 Fl.,

und es sind also unter den schwierigsten Verhältnissen für dieselbe doch noch 4 160 345 Gulden weniger zu verbauen, als für die Neckar-Filsbahn.

In Beziehung auf die ***Baukosten*** hat deshalb die Rems-Kocher-Brenzbahn einen sehr entschiedenen Vorzug vor der Alb-Filsthalbahn.

Man wolle sich hier nochmals an das Beispiel des Modelles und der grofsen Maschine erinnern, um einzusehen, weshalb meine Berechnung sich so viel höher stellt, als die den Hohen Ständen vorgelegte.

Alle Vorsichtsmaafsregeln, z. B. vorläufige Accorde mit Lieferanten und Unternehmern für einzelne Bauwerke oder ganze Districte, helfen nicht gegen spätere Vertheurung. Denn wenn der Unternehmer nicht seine Rechnung findet, läuft er davon und läfst die Arbeit liegen. Man ist genöthigt, neue und zwar viel zu theure Accorde zu machen; wie es in England, Belgien und Preufsen der Fall gewesen ist. Der Bauherr verliert jedenfalls, und kann sich an der geringen Caution des Unternehmers nicht wieder erholen. Es ist daher viel besser, von Hause aus solche Preise zu veranschlagen, die zureichen, und lieber an der veranschlagten Summe zu ersparen, um auf alle Fälle vorbereitet zu sein. Die Ersparnisse machen Ehre; die Zuschüsse dagegen Verdrufs. Letztere setzen sehr oft den Bauherrn in nicht geringe Verlegenheit und ziehen dem ausführenden Techniker grofse Verantwortlichkeit zu, besonders wenn erfahrene Männer vorher die Wahrheit enthüllten und er in seinem verwerflichen Plane beharrte. Diejenigen höheren Personen, Directoren etc., welche ihn stützten, laufen nicht minder Gefahr, in die Verantwortlichkeit verwickelt zu werden.

V. Mit Hinsicht auf den Betrieb und die geeigneten Betriebsmittel.

a) Die Filsthal-Albbahn.

In dem officiellen Project finden sich nach dem von der Commission der Abgeordneten an die beiden Hohen Kammern erstatteten Bericht

63 421 Fufs Steigungen 1 auf 155,063, fallend,
23 200 - - - 1 - 209 -
20 200 horizontal,
6300 Fufs Steigungen 1 - 185,295 -

79 550	Fufs	Steigungen	1	auf	201,265,	fallend,
29 100	–	– –	1	–	113,67	–
18 800	–	– –	1	–	150	–
21 800	–	– –	1	–	174,4	–
560	–	– –	1	–	189,5	–
14 600	–	– –	1	–	280,395	–
6000	–	– –	1	–	251,008	–
7200	–	– –	1	–	333,874	–
4800	–	– –	1	–	253,365	–
6640	–	– –	1	–	532,043	–
7600	–	– –	1	–	326,46	–
8300	–	– –	1	–	202,202	–
5256	horizontal,					
8200	Fufs	Steigungen	1	–	328,328	–
12 000	–	– –	1	–	524,684	–
10 400	–	– –	1	–	749,010	–
5800	–	– –	1	–	615,711	–
7800	–	– –	1	–	716,253	–
7700	–	– –	1	–	332,039	–
4300	–	– –	1	–	781,878	–
9800	–	– –	1	–	837,818	–

Ungünstig von Ulm aus ansteigend 63 421 Fufs,
horizontal 25 456 Fufs.

Im Ganzen fallend 305 405 Fufs oder beinahe 5fach fallend:
Ungünstig von Ulm aus fallend 162 610 Fufs,
günstig von Ulm aus fallend 112 840 –

Summa 394 227 Fufs oder 30½ Stunde.

Werden nun auch die Linien verlegt, so dafs die colossalen Arbeiten wegfallen, oder wird eine der Variationen bei Ulm mit der 2ten oder 3ten Variation bei Geifslingen verbunden, so bleibt doch immer noch ein grofses Mifsverhältnifs zwischen Steigen und Fallen; so dafs von Stuttgart, oder vielmehr von Cannstadt aus, keine schweren Züge nach Ulm gesandt werden können; aber ebenso wenig von Ulm nach Cannstadt, weil man von dort aus genöthigt ist, gleich auf eine lange Strecke, oder besser auf eine kurze Strecke, bergauf zu steigen. Nur zwei Seil-Ebenen ohne stehende Maschinen könnten das gröfste Mifsverhältnifs ausgleichen, ohne indefs die starken Steigungen im Allgemeinen zu beseitigen.

b) Die Rems-Kocher-Brenzbahn.

1) Bau von 2 Stunden Länge über Baierisches Gebiet in der Donau-Ebene,

104 000 Fufs, mit wenigstens durchschnittlich $\frac{1}{3}$ Procent, oder 1 auf 333 von Ulm aus fallend ins Brenzthal. Ferner sind officiell angegeben:

9769	Fufs	1	auf	260	steigend,
7359	–	1	–	908,5	–
7444	–	1	–	409,5	–
13 580	–	1	–	492	–
9002	–	1	–	897	–
9343	–	1	–	543,2	–
5466	–	1	–	209,4	–
10 892	–	1	–	425,4	–
8554	–	1	–	280,4	–
2481	–	1	–	272,6	–
3173	–	1	–	1866,4	–
5228	–	1	–	229,3	–
9037	–	1	–	510,5	fallend,
11 273	–	1	–	739,2	steigend,
10 389	–	1	–	351	fallend,
31 747	–	1	–	292,6	steigend,
18 484	–	1	–	298	fallend (wird in der Ausführung verändert),
19 967	–	1	–	101,2	fallend (desgl. verändert),
16 793	–	1	–	127,8	fallend,
19 510	–	1	–	145,7	–
8219	–	1	–	200	–
23 830	–	1	–	251,5	–
15 309	–	1	–	260,3	–
12 073	–	1	–	366,2	–
5914	–	1	–	428,5	–
10 918	–	1	–	669,8	–
6729	–	1	–	328	–
12 523	–	1	–	372,3	–
11 672	–	1	–	1133,2	–
7468	–	1	–	547,5	–
20 000	–	1	–	120	steigend,
21 000	–	1	–	130	fallend.

Von Ulm aus günstig fallend	248 296	Fufs,
ungünstig fallend	68 696	-
Von Ulm aus günstig steigend	146 602	-
ungünstig steigend	25 466	-
Summa	489 060	Fufs.
Zusammen, fallend,	316 992	Fufs,
steigend	172 068	-
Summa	489 060	Fufs,

oder beinahe doppelt fallend, aber sehr gut für den Locomotiv-Betrieb.

2) Bau auf Württembergischen Gebiete über Albeck durch das Oerlinger Thal.

26 000 Fufs mit 1 auf 100 wahrscheinlich, steigend,
35 750 - - 1 - 200 - - - fallend.

Alles übrige wie bei 1) angegeben ist. Daher sind:

fallend	290 992 Fufs
und steigend	198 060 -
Summa	789 060 Fufs;

also Steigen und Fallen gleicht sich noch besser aus, als bei 1).

Da ferner die Steigungsverhältnisse im Allgemeinen besser sind, auch keine Tunnels, Viaducte, hohe Dämme, tiefe Einschnitte, steile Abhänge etc. vorkommen, so wird man gröfsere Lasten auf dieser Strecke bewegen können, als über die Alb; es wird die Bahn und das Betriebsmaterial weniger verdorben werden, und die Selbstkosten werden geringer sein; höchstwahrscheinlich im Verhältnifs von 50 bis 66 pr. C. Da nun aufserdem ein geringeres Anlage-Capital erforderlich sein wird, so kann man auf die Person, Centner und Meile auch billiger transportiren. Aufserdem ist der Betrieb gefahrloser als auf der Albbahn.

Wäre man auf der Albbahn genöthigt, den Centner Güter auf die Stunde für $\frac{4}{3}$ Kr. zu transportiren, so könnte man ihn hier höchstens für $\frac{2}{3}$ Kr. fahren. Dasselbe Verhältnifs würde auch bei Personen vorkommen.

Die Rems-Kocher-Brenzbahn hat deshalb auch in Hinsicht auf den Betrieb entschiedene und wesentliche Vorzüge vor der Alb-Filsbahn, und zwar, um das Gesagte kurz zu resumiren:

a) Weil sich die Steigungen besser vergleichen;

b) Weil weniger Gefahr vorhanden ist;

c) Weil aus den Gründen *a*) und *b*) schwere Züge in jeder Richtung transportirt werden können;

d) Weil die Selbstkosten geringer sind;

e) Weil man aus den Gründen *a*) *b*) *c*) *d*) wohlfeiler transportiren kann.

Betriebsmittel.

Die geeignetsten Betriebmittel werden immer die Nordamerikanischen Locomotiven, Wagen und sonstigen Vorrichtungen sein, weil man damit steile Steigungen, scharfe Krümmungen etc. am besten besiegen kann, und viel weniger Gefahr während der Fahrt vorhanden ist.

Der Bahnkörper, namentlich der Oberbau selbst, könnte wie folgt behandelt werden:

In den Einschnitten würden, bei dem hier häufig vorkommenden Material zu Würfeln, diese daselbst verwendet werden; wogegen auf Dämmen gute Querschwellen den Vorzug haben. Die besten Schienen sind wohl diejenigen, welche mit Haken auf den Querschwellen befestigt werden und keine Stühle erfordern. Sie lassen sich auch auf den Würfeln befestigen, wenn sie ein geeignetes Unterlager erhalten. Diese Art Schienen ist auch weniger geneigt, die Locomotiven und Wagen aus dem Geleise zu schleudern, weil sich die Stöfse derselben weniger aus ihrer Lage verrücken, als bei dem Stuhl- und Keilsystem, und die Spurkränze dabei immer Raum genug behalten.

Es könnte wohl sein, dafs man von irgend einer Seite englische Maschinen und Wagen vorschlüge, wenn die National-Ehre der Engländer dabei ins Spiel käme: aber es ist mit Sicherheit vorauszusetzen, dafs solche in dem hier gegebenen Terrain weniger passend sein werden, als die Amerikanischen, die in Preufsen immer mehr in Aufnahme kommen; eben wie in Österreich etc.

Für den Betrieb der Seil-Ebenen ohne stehende Maschinen bin ich nur, obgleich er von mir ausgeht, wenn man durch sie günstige Steigungsverhältnisse auf allen übrigen Strecken erhält und selbige nicht zu theuer erkaufen mufs. Werden die übrigen Steigungen durch sie nicht ganz gut, und mufs man grofsen Aufwand machen, um sie zu schaffen, so sind sie sehr verwerflich; weil ihr theurer Betrieb (obgleich bei weitem nicht so theuer als bei stehenden Maschinen) wegen der Seile selbst, die, selbst wenn sie aus gutem Eisendrath gesponnen werden, dennoch muthwilligen oder zufälligen Beschädigungen unterworfen sind, durch nichts aufgewogen wird. Dasselbe gilt von einigen wenigen Strecken mit starken Steigungen, wenn sie nicht zu lang

sind, und durch sie die übrigen Strecken wesentlich verbessert werden. Mufs man sie aber zu theuer erkaufen, und bedingen sie keine andern günstigen Steigungsverhältnisse, so sind sie ebenfalls nicht zuläfslich.

Die Aufsicht über den Betrieb, die Sicherheit und Erhaltung der Bahn wird im günstigen Terrain bedeutend erleichtert, und man hat also weniger Betriebsbeamte und Aufsichtspersonal zu besolden.

In Tunnels, auf hohen Dämmen, Viaducten, Brücken und in tiefen Einschnitten sind wegen der hier stets schwebenden Gefahr noch besondere Sicherheitsvorrichtungen anzubringen, die in Preufsen theilweise gesetzlich vorgeschrieben worden sind.

Die Alblinie würde deren mancherlei erfordern; welche aber auf der Rems-Kocher-Brenzbahn gröfstentheils wegfallen können.

Da durch die Achsenbrüche bis jetzt die gröfsten Unfälle auf Eisenbahnen vorgekommen sind, so ist es wesentlich, solche in Zukunft zu verhindern. Meine einfache Vorrichtung, die an jedem Eisenbahnwagen ohne grofse Kosten anzubringen ist, wird sie gänzlich verhüten. Wendet man die *Norris*schen Locomotiven an, so können auch die Treib-Achsen derselben in dieser Art unzerbrechlich gemacht werden.

Wird dann eine dauerhafte Construction der Gestänge und deren Fundamente, eine gute Bahnpolizei, wie auch tüchtige Maschinenführer, eine sorgfältige Erhaltung der Bahn, Vorsicht im Betriebe, und werden geeignete, jederzeit wirksame Signale eingeführt, so ist die Sicherheit der Bahn fest begründet.

VI. In Rücksicht auf den Rein-Ertrag und den Gewinn, folglich auf den eigentlichen Vortheil für das ganze Land.

a) Selbstkosten der Stuttgart-Ulmer Eisenbahn über die Alb, und ihr Ertrag.

1) Zinsen des Anlage-Capitals. Die ***Kosten der Bahn*** (einfache Bahn und vorläufig auf Ein Viertel der ganzen Länge Doppelbahn), wenn keine geneigten Ebenen mit Seilbetrieb angelegt werden, und mit dem zehnten Theil Ausweichungen, wenn man sie anlegt, betrugen nach Abschnitt IV. 19 837 971 Fl. weniger $\frac{19\,837\,971}{4}$ oder 4 959 480 Fl. 15 Kr., so dafs circa 14 878 455 Fl. übrig bleiben; wofür ich nur 14 878 000 Fl. annehmen will. Diese zu $3\frac{1}{2}$ Procent jährlich, thut . . . . . 520 730 Fl., die Bahnhof-Gebäude und Bahnwärterwohnungen, Extraordinarien inclusive.

2) Erhaltung und Erneuerung der Bahnhofgebäude, Bahnwärterwohnungen, Werkstätten, Maschinen etc. etwa 600 000 Fl., zu 2 Procent jährlich, thut . . . . . 12 000 Fl.

3) Erhaltung der Bahn im günstigen Terrain, also 14½ Stunde Weges, jährlich 2000 Fl. auf die Stunde, ... 29 000 –

Im ungünstigen Terrain bei der kürzesten Bahnlänge 9½ Stunde. 6000 Fl. für die Stunde (in den ersten Jahren etwa wie auf der Düsseldorf-Eisenbahn 8000 Fl., später weniger), für 9½ Stunde, folglich . . . . . 57 000 –

Summa der Selbstkosten für Bahn und Gebäude 618 730 Fl.

4) Selbstförderkosten.

Es kommen nach Abschnitt II. auf die Bahn 1 336 357 Ctr. Güter.

Personen 8 Stunden weit 200 000,
– – 16 – – – 200 000,
– – 24 – – – . . . . . 190 990.

A. Anschaffung und Erhaltung der Transportmittel.

Da 590 990 Personen reisen und 1 336 357 Ctr. Güter zu bewegen sein dürften, so sind für diese 24 Stunden folgende Locomotiven und Wagen zu berechnen:

für 14 Stunden 7 Locomotiven etc.,
für 10 – 10 – – –

Summa 17 Locomotiven,

wofür ich jedoch nur 16 annehmen will, zu 22 000 Fl., thut 352 000 Fl.
3½ Procent sind schon im Anlagecapital begriffen.

Ferner werden jährlich durchschnittlich 3 neue Locomotiven anzuschaffen sein, ohne Anrechnung des alten Materials, . 66 000 –

Es werden wahrscheinlich täglich in jeder Richtung 6 Züge gehen, thut 288 Stunden täglich und für 365 Tage das Jahr hindurch 105 120 Stunden, zu 18 Kr., ... 31 536 –

100 grofse Lastwagen und Truks, zu 1500 Gulden; davon sind die Zinsen mit 3½ Procent schon im Anlagecapital begriffen. 50 gofse Lastwagen durch fortgesetzte Reparatur jährlich in stets neuem Zustande zu erhalten, zu 250 Fl., ... 12 500 –

Für jede Locomotive sind erforderlich: 1 grofser Wagen 1ter und 2ter Classe gemischt in Coupés; jeder enthält 48 Personen: ein desgleichen 2ter und 3ter Classe gemischt für 50 Personen;

2 desgleichen 3ter Classe zu 60 Personen; also 16 Wagen 1ter und 2ter Classe, zu 3000 Fl., thut . . . . . 48 000 Fl.
16 Wagen 2ter und 3ter Classe, zu 2500 Fl., . . 40 000 –
32 – 3ter Classe, zu 2000 Fl., ... 64 000 –

Summa . . . . 152 000 Fl.

Die Zinsen dafür sind schon im Anlagecapital begriffen.

Abnutzung und Reparatur der einzelnen Theile, und respective Erneuerung von 64 Wagen, jährlich zu 400 Fl., . . 26 600 Fl.

Summa Lit. *A.* 136 139 Fl.

Dazu kommen ferner:

B. Betriebskosten für Dampfkraft.

Die besten Amerikanischen und auch die letzten *Stephenson*'schen Locomotiven erfordern auf die Stunde etwa 100 Pfund Cokes, wenn sie weite Cylinder und gröfsern Kolbenhub haben; für 105 120 Stunden also 10 512 000 Pfund oder 95 565 Centner Cokes, wofür 96 000 Ctr. anzunehmen sind, zu 1 Fl. 20 Kr., ... 128 000 Fl.,
mit der Zeit vielleicht weniger. Schmiere der Locomotiven, Reinigen derselben, 150 120 Stunden, zu 10 Kr., ... 17 520 –
Wagen und Güterwagen 1 300 000 Stunden jährlich, zu $1\frac{1}{2}$ Kr. auf die Stunde, ... 32 500 –

Summa der Betriebskosten 178 020 Fl.

C. Für 8 Locomotiven jede 1 Führer, 1 Heizer, die der Wichtigkeit ihres Amtes wegen gebildete und starke Leute sein müssen und deshalb gute Zahlung erhalten; zu 7 Fl., thut 56 Fl. täglich, oder jährlich . . 20 440 Fl.
8 Conducteurs und 3 Bahnpolizeileute, zu 600 Fl., . . . 6 600 –
36 Bahnhofs-Arbeiter, zu 400 Fl., ... 14 400 –
6 Bahngeld-Einnehmer, zu 700 Fl., ... 4 200 –
die früh und spät bei der Hand sein müssen. Technisches Personal mufs wegen der grofsen Verantwortlichkeit und des schweren Dienstes gut besoldet werden, deshalb . . . . . 40 000 –

Summa 86 040 Fl.

Es richtet sich dies jedoch nach der Örtlichkeit, und es läfst sich keine genaue Schätzung machen.

In Preufsen stehen z. B. die Gehalte auf Thaler, wo hier Gulden gerechnet werden; in England noch viel höher.

Die Selbstkosten der Bahn, incl. Zinsen des Anlagecapitals, sind daher

für 1., 2., 3.	660 000 Fl.
– 4. *A.*	136 136 –
– 4. *B.*	178 020 –
– 4. *C.*	86 040 –
Summa	1 060 196 Fl.
oder etwa	1 060 000 Fl.

Ertrag.

Die Passagiere bringen ein

200 000, zu 5 Kr., für die Stunde, 8 Stunden weit, thut 40 Kr. die Person durchschnittlich für alle Classen	133 333 Fl.	20 Kr.
200 000, zu 5 Kr. für die Stunde, 16 Stunden, mit 80 Kr.,	266 633 –	40 –
190 900, zu 5 Kr., für die Stunde, 25 Stunden, mit 125 Kr.,	381 980 –	50 –
Summa für Personen	781 947 Fl.	50 Kr.

Gütertransport.

Von Ulm nach Cannstadt und Stuttgart 325 967 Centner, nach der officiellen Berechnung, zu 20 Kr., ...	108 655 Fl.	40 Kr.
Nach Eſslingen 36 133 Ctr., zu 20 Kr., ...	12 044 –	20 –
Nach Göppingen 39 767 Ctr., zu 12 Kr., ...	7 953 –	24 –
Nach Geiſslingen, im Falle der Anlage eines Bahnhofes daselbst, 14 433 Ctr., zu 6 Kr., ...	1 443 –	18 –
Summa	130 096 Fl.	42 Kr.
Von Cannstadt und Stuttgart nach Ulm, 326 500 Ctr., zu 20 Kr., ...	108 833 Fl.	20 Kr.
Von ebendaselbst nach Geiſslingen 77 654 Ctr., zu 15 Kr.,	19 411 –	15 –
Nach Göppingen 47 500 Ctr., zu 10 Kr., ...	7 916 –	40 –
Summa	136 161 Fl.	15 Kr.
Im Falle der Bahnhof in Geiſslingen angelegt wird, versendet Geiſslingen vielleicht auf der Bahn nach Ulm 95 650 Ctr., zu 6 Kr., ...	9 565 Fl.	— Kr.
Jedenfalls nach Eſslingen 11 400 Ctr., zu 12 Kr., .	1 900 –	— –
Nach Cannstadt und Stuttgart 59 490 Ctr., zu 15 Kr.,	14 872 –	30 –
Summa	43 437 Fl.	30 Kr.
Göppingen versendet über die Alb nach Ulm 33 400 Ctr., zu 10 Kr., ...	5 580 Fl.	— Kr.
Nach Eſslingen 14 050 Ctr., zu 9 Kr., ...	2 107 –	30 –
Bis hierher	7 687 Fl.	30 Kr.

Bis hierher	7 687 Fl. 30 Kr.
Nach Stuttgart und Cannstadt 89 700 Ctr., zu 12 Kr., .	14 950 - — -
Summa	22 637 Fl. 30 Kr.
Efslingen versendet nach Ulm 38 150 Ctr., zu 20 Kr.,	12 716 Fl. 20 Kr.
Nach Geifslingen 2000 Ctr., zu 12 Kr., ...	400 - — -
Nach Göppingen vielleicht 8300 Ctr., zu 9 Kr., . .	1 245 - — -
Summa	14 361 Fl. 20 Kr.
Der Güterverkehr dürfte daher einbringen . . .	324 056 Fl. 47 Kr.

Ich habe mittlere Preise angenommen, weil auf den Eisenbahnen bei der Ertragsberechnung allenthalben so verfahren wird.

Die ganze Bahnstrecke bringt folglich ein . .	1 106 004 Fl. 37 Kr.
Davon ab obige $3\frac{1}{2}$ Procent des Anlagecapitals und die Selbstkosten mit	1 060 000 Fl. — -
Bleibt Gewinn und Amortisationsfonds, Reservefonds etc. etwa	46 000 Fl. — -

oder, wenn man will, die Bahn bringt ebenso wenig etwas ein, als die Düsseldorf-Elberfelder, weil jedenfalls ein bedeutender Reservefonds vorhanden sein mufs, um allen in schwierigem Terrain so häufig vorkommenden grofsartigen Reparaturen zu begegnen.

Der Verschleifs der Wagen und Locomotiven nebst den Reparaturen in den Stationen sind bereits in der obigen Zusammenstellung berücksichtigt. aber der Verschleifs der Schienen und Querschwellen noch nicht.

Bei steilen Steigungen halten die besten Schienen aus englischem Eisen nur etwa 25 Jahre, und aus Württembergischen Eisen vielleicht selbst 50 Jahre. Es müssen deshalb 4 Procent ihrer Anschaffungskosten reservirt werden. Da nun das Gestänge im Ganzen inclusive Fundament und Befestigung etwa 70 000 Fl. auf die Stunde kostet, je nachdem es eingerichtet ist, so kosten die 24 Bahnstunden von Cannstadt bis Ulm 1 680 000 Fl., und der Reservefonds dafür ist, zu 4 Procent, 64 200 Fl.; so dafs man jährlich aus der Staatscasse noch 18 200 Fl. zulegen oder sich mit weniger als $3\frac{1}{2}$ Procent des Anlagecapitals begnügen müfste. Dies giebt dem Abschnitt II. noch eine gröfsere Bedeutung, als ich dort ausgesprochen habe.

Bis dahin hatte man meistens die Anschläge zu niedrig gemacht; die Rheinische Eisenbahn war nur zu 2 800 000 Thlr. veranschlagt, wird aber mehr als 11 Millionen kosten, und hat schon über 10 Millionen gekostet. Alle Tech-

niker, die später den dort aufgestellten Berechnungen folgten, haben dieselbe traurige Erfahrung gemacht.

Aber auch die Ertragsfähigkeit hat man nicht hoch genug veranschlagt, und man hat dasselbe wieder bei den Württembergischen Bahnen gethan. Die Selbstkosten sind aber jedenfalls in dem den hohen Ständen vorgelegten Bauprojecte noch niedriger angenommen worden, als sie sich in Wahrheit darstellen werden.

b) Selbstkosten der Stuttgart-Ulmer Eisenbahn durch das Rems- Kocher- und Brenzthal, und ihr Ertrag.

1) Zinsen des Anlagecapitals. Die Kosten der Bahn werden hier berechnet für die einfache Bahn und vorläufig auf $\frac{1}{4}$ der ganzen Länge für eine Doppelbahn in der Mitte, so dafs sich die Züge nur auf der Doppelbahn begegnen können, wie auf der Syracuse-Eisenbahn in Amerika. Sollten aber Seil-Ebenen angelegt werden, so sind nur auf $\frac{1}{10}$ der ganzen Länge Ausweichungen, also Doppelbahn nöthig. Diese Kosten sind im IV. Abschnitte berechnet auf 15 878 910 Fl. weniger $\frac{15\,878\,910}{4}$, thut 11 909 182 Fl. Dafür will ich 11 909 000 Fl. setzen. Hievon die jährlichen Zinsen zu $3\frac{1}{2}$ Procent, thut 416 821 Fl., worin die Bahnhofsgebäude etc. mitbegriffen sind.

2) Erhaltung und Erneuerung der Bahnhofsgebäude, Bahnwärterwohnungen, Werkstätten, Maschinen in denselben etc. etwa 800 000 Fl., zu 2 pr. C. jährlich, ... 16 000 Fl.

3) Erhaltung der Bahn im beinahe durchaus günstigem Terrain 39 Stunden lang von Stuttgart aus, also länger als für die Albbahn berechnet.

Davon 36 Stunden günstig, zu 2000 Fl., ...	72 000 –
3 Stunden ungünstig, zu 6000 Fl., ...	18 000 –
Summa	90 000 Fl.

Summa der Selbstkosten für die Bahn und Gebäude, incl. Zinsen des Anlagecapitals . . . . . 522 821 Fl.

4) Selbstförderkosten. Es kommen nach Abschnitt II. auf die Bahn

1 560 642 Centner Güter.

Personen 13 Stunden weit 238 000,
– 26 – – 238 000,
– 39 – – 227 646.

A. Anschaffung und Erhaltung der Transportmittel.

Da 703 646 Personen reisen und 1 560 646 Centner Güter zu bewegen sein dürften, so sind für 36 Stunden günstiges und 3 Stunden ungünstiges Terrain zu berechnen eine Locomotive für jegliche 2 Stunden und 3 Locomotiven für 3 Stunden ungünstiges Terrain, thut 21 Locomotiven, wofür ich, wie bei der Filsbahn, eine weniger rechnen will; bleiben 20 Locomotiven, zu 22 000 Fl., thut 440 000 Fl. $3\frac{1}{2}$ Procent davon sind schon im Anlagecapital begriffen.

Ferner werden jährlich durchschnittlich 4 neue Locomotiven anzuschaffen sein, zu 22 000 Fl., thut . . . . . 88 000 Fl. — Kr.

Gehen täglich 6 Züge in jeder Richtung, wie mehr als wahrscheinlich ist, bei dem schon jetzt so starken Postverkehr, so haben täglich 12 Locomotiven 468 Stunden zu durchlaufen und in 365 Tagen 170 820 Stunden, zu 18 Kr. die Stunde, ... 52 912 - 40 -

120 grofse Lastwagen und Trucks, zu 1500 Fl. Davon sind die Zinsen mit $3\frac{1}{2}$ Procent im Anlagecapital mitbegriffen. 60 Lastwagen durch fortgesetzte Reparatur jährlich in stets neuem Zustande zu erhalten, zu 250 Fl., ... 15 000 - — -

Für jede Locomotive ist erforderlich:

Ein grofser Wagen 1ter und 2ter Classe gemischt in Coupés enthaltend 48 Personen;

Einer desgleichen 2ter und 3ter Classe gemischt für 50 Personen.

Zwei desgleichen 3ter Classe für 60 Personen,

also 20 Wagen 1ter und 2ter Classe, zu 3000 Fl., 60 000 Fl.
20 - 2ter und 3ter Classe, zu 2500 Fl., 50 000 -
40 - 3ter Classe, zu 2000 Fl., . . 80 000 -
Zusammen 190 000 Fl.

Die Zinsen dafür sind schon im Anlagecapital begriffen.

Abnutzung und Reparatur der einzelnen Theile und respective Erneurung von 80 Wagen, zu 400 Fl., . . . 32 000 - — -

Summa 187 912 Fl. 40 Kr.

Dazu kommen ferner:

B. Betriebskosten, für Dampfkraft.

Die besten Amerikanischen und die neusten *Stephenson*'schen Locomotiven erfordern auf die Stunde etwa 100 Preufs. Pf. Cokes, wenn sie weite

Cylinder und gröfsern Kolbenhub haben: für 170 820 Stunden also 17 082 000 Pf. oder 155 290 Ctr. Zu 1 Fl. 20 Kr., thut 207 053 Fl. 20 Kr.

Die Cokes werden mit der Zeit wahrscheinlich wohlfeiler sein, und die Torflagen an der Donau geben dann auch Material zum Betrieb durch Verkoken des Torfes etc.

Güter und andere Wagen, welche jährlich 1 800 000 Stunden durchlaufen, zu $1\frac{1}{2}$ Kr. die Stunde, thut 45 000 Fl. Heizen und Schmieren der Locomotiven, für 170 820 durchlaufene Stunden, zu 10 Kr., thut 29 700 Fl.

C. Betriebs- und technisches Personal, nach der bei der Filsbahn aufgestellten Berechnung 90 000 Fl. 20 Kr. jährlich.

Die jährlichen Betriebskosten und Zinsen der Bahn betragen also

für 1)		416 821 Fl.	
- 2)		16 000 -	
- 3)		90 000 -	
- 4)	*A.*	187 912 -	20 Kr.
-	*B.*	281 753 -	20 -
-	*C.*	90 000 -	20 -
Summa		1 082 486 Fl.	

Der Ertrag läfst sich wie folgt berechnen.

Personenverkehr: (wohlfeiler, als auf der Albbahn)

238 000 Personen, 13 Stunden weit, zu 4 Kr. auf die Stunde,	206 266 Fl.	40 Kr.
238 000 Personen, zu 4 Kr. auf die Stunde, 26 St. weit mit 104 Kr. auf die Person	412 533 -	20 -
227 646 Personen, zu 3 Kr. auf die Stunde, 39 St. weit mit 117 Kr. auf die Person, oder etwa 2 Fl., .	555 292 -	— -
Zusammen	1 174 092 Fl.	— Kr.

Gütertransport.

Cannstadt und Stuttgart versenden nach Ulm 326 500 Ctr., zu 20 Kr., ...	108 833 Fl.	20 Kr.
Nach Schorndorf und Welzheim 9658 Ctr., zu 10 Kr.,	1 609 -	40 -
Nach Gmünd 5516 Ctr., zu 15 Kr., ...	1 379 -	40 -
Nach Aalen 15 510 Ctr., zu 20 Kr., ...	5 170 -	40 -
Nach Heidenheim und auf der Augsburger Route 36 780 Ctr., zu 20 Kr., ...	12 260 -	40 -
	129 252 Fl.	— Kr.

Waiblingen versendet nach Gmünd 3700 Ctr., zu 12 Kr.,	720 Fl.		
Nach Aalen 560 Ctr., zu 15 Kr., ...	140 –		
Nach Heidenheim 4000 Ctr., zu 15 Kr., ...	1000 –		
	1860 Fl.		
Schorndorf versendet nach Stuttgart und Cannstadt 354 000 Ctr., zu 10 Kr., ...	59 000 Fl.	—	Kr.
Nach Aalen 16 050 Ctr., zu 15 Kr., ...	4 012 –	30	–
Nach Ulm 50 Ctr., zu 20 Kr., ...	8 –	20	–
Nach Heidenheim 19 850 Ctr., zu 20 Kr., ...	6 616 Fl.	40	–
	69 637 Fl.	30	Kr.
Gmünd versendet nach Stuttgart und Cannstadt 6690 Ctr., zu 15 Kr., ...	1 672 –	30	–
Nach Heidenheim 200 Ctr., zu 15 Kr., ...	50 –	—	–
Nach Waiblingen 400 Ctr., zu 12 Kr., ...	80 –	—	–
	1 802 Fl.	30	Kr.
Aalen versendet nach Stuttgart und Cannstadt 31 010 Ctr., zu 20 Kr., ...	10 336 Fl.	40	Kr.
Nach Ulm 8000 Ctr., zu 20 Kr., ...	2 666 –	40	–
	13 003 Fl.	20	Kr.
Wasseralfingen versendet nach Cannstadt und Stuttgart 11 638 Ctr., zu 20 Kr., ...	5 379 Fl.	20	Kr.
Nach Ulm 21 575 Ctr., zu 20 Kr., ...	7 191 –	40	–
	12 571 Fl.	—	Kr.
Heidenheim versendet nach Cannstadt und Stuttgart 7520 Ctr., zu 20 Kr., ...	2 506 Fl.	40	Kr.
Nach Waiblingen 225 Ctr., zu 15 Kr., ...	56 –	15	–
Nach Schorndorf 14 380 Ctr., zu 20 Kr., ...	4 793 –	20	–
Nach Gmünd 36 450 Ctr., zu 15 Kr., ...	9 112 –	30	–
Nach Ulm 120 300 Ctr., zu 20 Kr., ...	40 100 –	—	–
	56 558 Fl.	45	Kr.
Ulm versendet nach Stuttgart und Cannstadt 325 967 Ctr., zu 20 Kr., ...	108 655 Fl.	40	Kr.
Nach Heidenheim 50 223 Ctr., zu 20 Kr., ...	16 741 –	—	–
Nach Aalen 3637 Ctr., zu 20 Kr., ...	1 212 –	20	–
Nach Gmünd 468 Ctr., zu 20 Kr., ...	156 –	—	–
Nach Schorndorf 900 Ctr., zu 20 Kr., ...	300 –	—	–
Summa	127 065 Fl.	—	Kr.

Frage. Müssen die Sendungen von Ulm und Stuttgart aus in jeder Richtung durch das Rems-, Kocher- und Brenzthal nicht bedeutend vermehrt werden, wenn der Transport auf der Eisenbahn so wohlfeil ist?

Antwort. Ganz gewifs.

Ferner für die nicht gezählten 5 Jahre 74 316 Centner, zu 20 Kr., 24 772 Gulden.

Der Gesammtgütertransport trägt also ein . . .	436 522 Fl. 5 Kr.
Der Personentransport trägt ein	1 174 092 Fl.
Zusammen etwa	1 610 614 Fl.

Es möchte wohl nicht gut möglich sein, ungünstigere Berechnungen für die Bahn durch das Rems-, Kocher- und Brenzthal aufzustellen, so dafs ich mich gewifs aller Vortheile entschlagen habe, die im Ertrage für diese Bahn herausgehoben werden könnten.

Zieht man davon ab die Zinsen und Selbstkosten mit 1 082 486 Fl.,
so bleibt Reserve 543 128 Fl.

Die Rems-, Kocher-, Brenzbahn ist folglich auch *deshalb* vorzuziehen. Die Schienen werden auf dieser Bahn viel länger aushalten, als auf der Albbahn, und der Reservefonds wird gröfser zur andern Verfügung werden; nicht zu gedenken, dafs man sehr wohlfeil transportirt, und viel wohlfeiler pro Stunde, als auf der Strecke durch das Filsthal; was Gewerbe und Fabrication, Handel und Verkehr ferner hebt. Ich stelle jedoch hierfür keine besondere Rechnung auf, sondern rechne ganz wie bei der Albbahn. Das Gestänge ist hier 39 Stunden lang, und soll des Vergleiches wegen wieder 70 000 Fl. die Stunde kosten, thut 2 730 000 Fl. und zu 4 pr. C. für den Reservefonds, 109 200 Fl. Statt also aus dem Staatsschatze zuzulegen, um den Reservefonds zu ergänzen, wie bei der Albbahn, behält man hier für die Staatscasse baar übrig 418 928 Fl. jedes Jahr, die zum Amortisationsfonds kommen, während die Bahn zum Besten des Landes wohlfeiler transportiren kann.

Eine andere Betrachtung dringt sich mir als Eisenbahntechniker auf, die sich für alle in den vorigen 6 Abschnitten behandelten Materien befestigt haben mufs.

Der officielle Bericht giebt an:

Obst von Waiblingen nach Heidenheim für Baiern	1500 Ctr.
Schorndorf, Obst für Baiern	7000 –
Wein für Baiern	4200 –
Gmünd für Heidenheim zur Augsburger Route	200 –

Aalen auf die Nürnberger Route	113 Ctr.
Heidenheim versendet nach Nördlingen, Nürnberg und Baiern	26 000 –
Summa	39 013 Ctr.

Also ist auch hier schon im Jahr 1836 ein bedeutender Handel gewesen: wie viel ist seither hinzugekommen?

Für den Speditionshandel wird es in den deutschen Zollvereinstaaten dahin kommen, dafs man für ihn, um mit dem Auslande, Frankreich, Schweiz, Österreich, Rufsland etc. zu concurriren, immer den kürzesten Weg durch die Vereinslande sucht. Wo die jetzigen Staatsbahnen nicht zureichen, werden in Zukunft sicherlich Zweigbahnen zu diesem Zweck und für innere Bedürfnisse angelegt werden.

Es wäre daher sehr wünschenswerth, dafs auch die hohen Deutschen Zollvereinsstaaten diese Wahrheit nie aus den Augen verlieren möchten, und dafs der commercielle Vortheil des Ganzen ebenso ***vorher durch eine besondere Uebereinkunft gewahrt würde, als der strategische.***

Es ist vorauszusehen, dafs in Zukunft der industrielle Krieg der gefährlichste sein wird, indem die grofsen Nationen sich nicht mit den Waffen, sondern mit industrieller Verarmung und deren Elend im Gefolge, vernichten werden.

Wir haben in Deutschland nie zu fürchten, dafs Überfabrication uns ebenso bedrücken werde, wie England. Die gegebenen Naturverhältnisse sind bei uns ganz anders.

England hat Kohlen, Eisen, Rohstoffe jeder Art, Maschinen, Fabriken, man könnte sagen, durch Seehäfen sehr grofse Städte, Eisenbahnen, und das natürliche Gebilde seines Grundes und Bodens wie auf einen Punct concentrirt. Bei uns ist eine andere geologische Beschaffenheit der Länder, so dafs die Kohlen, Eisen, Rohstoffe etc. mehr als 100 und 200 Stunden von einander entfernt liegen und selbst durch vollkommen in einander greifende Eisenbahnen niemals concentrirt werden können.

Deshalb sei unser Wahlspruch: ***Schutzzölle gegen das Ausland, und den freisten gegenseitigen Verkehr in den Vereinsstaaten.*** Unter Schutz verstehe ich auch Absatz nach Aufsen.

Es ist überhaupt ein grofses Gewicht auf den Umstand zu legen, dafs man in geradester Linie von der Hauptstadt eines Staates in ein anderes Land baut, um dessen Hauptstadt zu erreichen.

Berlin liegt nur wenige Stunden von der Mecklenburgischen Grenze, und doch wird die Bahn auf dem rechten Elb-Ufer gebaut; was dadurch

dem Lande verloren geht, dafs es die Eisenbahn nicht ganz besitzt, wird ihm doppelt und dreifach durch gröfsern Verkehr der Hauptstadt mit der Nordsee eingebracht.

Würde dies vielleicht nicht auch der Fall an der Donau mit München, Österreich, Wien, Ungarn und dem Mittelmeere sein, wenn die Reisenden aus England, Frankreich und Norddeutschland auf dem kürzesten Wege von Baden durch Stuttgart, durch das Rems-, Kocher- und Brenzthal nach München und Wien gelangten?

Da ein Umweg von vielen Stunden über Ulm vielleicht die Reisenden aus England (die doch das meiste Geld bringen) und viele Franzosen aus dem nördlichen Frankreich und Belgien veranlassen würde, von Mainz aus auf der Mainbahn (die sicherlich von Frankfurt aus nicht ausbleibt) über Nürnberg direct nach Wien und München zu gehen, wo sie auf den Eisenbahnen schnell weiter fahren, so möchte dies eine ernste Überlegung verdienen!

Ich hätte die Kosten der Bahn in beiden Richtungen auch für die einfache Bahn ermitteln können, aber ich zog es vor, gleich die Doppelbahn zu berechnen, dann ein Viertel weniger zu rechnen, und danach die Ertragsfähigkeit zu bestimmen.

Ferner halte ich es unangemessen, jetzt, wo die Verkehrsverhältnisse so vieler Bahnen den richtigen Maafsstab für die Personenfrequenz angeben, noch annehmen zu wollen, es könnten blofs 200 000 Personen durchschnittlich auf der Route von Stuttgart nach Ulm reisen, die Eisenbahn möge durch das Filsthal oder durch das Remsthal gehen. Wohlfeiler Bau in gutem Terrain, und folglich niedrige Transportsätze, werden noch mehr Personen auf die Bahn bringen, als ich angenommen habe.

Über die Kosten-Anschläge, welche den Kammern vorgelegen haben, erlaube ich mir zu bemerken, dafs man mit dem Preise, welcher für Brücken und Wasserdurchlässe veranschlagt worden ist, nemlich 6 Fl., 8 Fl., 12 Fl. respective pro Schachtruthe, allenthalben ausreicht, wo man mit Fuhrwerk bequem hingelangen kann. Es können aber Fälle vorkommen, wo man mit 18 Fl., 24 und 36 Fl. respective in unzugänglichem Terrain nicht auskommt; am allerwenigsten bei hohen Viaducten, wo die Schwierigkeiten aufserordentlich wachsen. In der vierten Stunde sind berechnet 117 784 Schachtruthen Abtrag zu 1 Fl. 6 Kr. und 172 791 Schachtruthen Auftrag zu 11 Kr.

Der Einbau der Dämme auf provisorischer Schienenbahn, am Kopfe der Anschüttung für den Damm, ist auf 10 Kr. und 11 Kr. veranschlagt; er

wird aber bei längern und höhern Dämmen 20, 30 bis 60 Kr. zu stehen kommen; nach den Umständen und dem Wetter, und vorzüglich nach der Anzahl von Schachtruthen, die man täglich an jedem Ende der Aufschüttung einbauen will; weil dann die Erhaltung der Bahn und die Menschenmenge, zusammengedrängt, viele Neben-Ausgaben veranlassen.

In den tiefen Einschnitten ist für die Schachtruthe 1 Fl. 6 Kr. durchschnittlich veranschlagt; und zwar im Juragebirge. Bei kurzen, nicht sehr tiefen Einschnitten wird dies allenfalls ausreichen; werden die Einschnitte aber tief und lang, so sind mir Fälle vorgekommen, dafs 3 Fl., 6 und 9 Fl. für die Schachtruthe bezahlt worden sind; mit allen Nebendingen, als Schiefspulver, Arbeitsgeräthe und Unbequemlichkeit der Arbeit, Ansteigen der Fahrbahn für die Schacht-Arbeiter etc.

Brunel hat im Juragestein für Sprengen des festen Gesteins für die Schachtruthe 32 Gulden bezahlt, in einigen Fällen; und wenn der Geldwerth dort auch 5mal so niedrig ist, so giebt dies bei uns 6 Fl. wenigstens.

Wenn die Eisenbahn des Staates durch das Rems-Kocher- und Brenzthal geführt wird, so wird sich das System des Herrn ***von Prittwitz*** zu dem Transport der Erze, des Eisens etc. von den Königl. Hüttenwerken zu Wasseralfingen etc. an die Bahn und umgekehrt, vorzüglich eignen; besonders wenn man eine ähnliche einfache Vorrichtung wie in den englischen Bahnhöfen für Steinkohlen trifft, dafs sich die kleinern Wagen der schwebenden Bahn in die gröfsern der Hauptbahn ausleeren können.

Man würde sich sicher einen unrichtigen Begriff von der Wirkung der Württembergischen Eisenbahnen machen, wenn man glauben wollte, diese Bahnen könnten früher eine gute Rente geben, ehe sie mit den Badenschen und Baierischen Bahnen, und durch diese mit den Österreichischen, Französischen und andern Schienenwegen in Verbindung gesetzt worden sind. Wird dies aber richtig aufgefafst, so sind sie eben so glücklich gelegen, als die in England am besten rentirende Eisenbahn, nemlich die Grand-Junction-, zwischen der London-Birmigham- und der Liverpool-Manchester-Bahn; alle Verhältnisse nach unserm Continentalmaafsstabe abgewogen. Die beste Richtung der Württembergischen Hauptbahn ist die, welche geeignet ist, Paris, Strafsburg, Mainz, Metz, Carlsruhe, München und Wien in geradester Linie zu verbinden.

Baiern hat gewifs ein grofses Interesse, seine von einander getrennten Landestheile, Altbaiern und Rheinbaiern, durch eine Eisenbahn in möglichst gerader Linie mit einander verbunden zu sehen; ebenso wie Preufsen ein solches hat, seine östlichen und westlichen Provinzen mit einander durch eine Eisenbahn zu verbinden; und ich bin überzeugt, Württemberg und Baden werden dazu freundlich die Hand bieten, als deutsche verbündete Staaten, um so das gemeinschaftliche Vaterland desto sicherer zu schützen. Baiern wird dagegen gewifs auch beiden ebenso helfend entgegen kommen, um sich gegenseitige Vortheile zuzuwenden, die sonst andern Ländern zu Theil werden müfsten.

Wollte man sagen, meine Veranschlagung des Personenverkehrs sei zu hoch, so möge man bedenken, dafs ich berechtigt war, in einem Lande, welches

so dicht bevölkert ist als Württemberg, die Erfahrungen in andern Ländern zu berücksichtigen. Z. B. im Brandenburgischen ist die Bevölkerung viel geringer, und doch reisen Millionen Menschen auf den Bahnen durch die Sandwüsten.

Übrigens kann diese Annahme nur zeigen, welche von beiden Concurrenzlinien die beste sei, weil ich für beide denselben Maafsstab angelegt habe.

Von den ganz nahe an einander gelegenen Halteplätzen oder unwichtigen Stationen mufs man sich auch nicht viel versprechen, sondern erst von Entfernungen von 8 bis 12 Stunden; weshalb ich auch nur solche Abtheilungen für die Reisenden auf beiden Linien gemacht habe.

Ich werde nun hier die sechs verschiedenen Abschnitte nochmals ganz so resumiren, wie sie meine Überzeugung festgestellt hat.

I. In strategischer Beziehung sowohl, als in tactischer, hat die Rems-Kocher-Brenzbahn den Vorzug.

II. In commercieller und staatswirthschaftlicher Rücksicht desgleichen.

III. In Bezug auf Terrainschwierigkeiten ebenfalls; nur in Bezug auf die Länge steht sie der Albbahn nach; was jedoch nicht viel zu bedeuten hat, da die Fahrt von Stuttgart nach Ulm auf der längern Bahn, die einen stets sichern Betrieb und schnellere Fahrt auf den meistens sehr günstigen Steigungen zuläfst, höchst wahrscheinlich keine Stunde länger dauern wird; was den Reisenden, die auf der Baierischen Zweigbahn vom Brenzthale nach München und Wien gehen wollen und in Ulm nichts zu thun haben, einen Weg von vielen Stunden erspart, und Geld nebenbei, weil man auf der wohlfeilern Bahn wohlfeiler transportiren kann. Die wenigen Gulden, die den Ulmern durch Speditionsverlust erwachsen könnten, würden dem Staate gewifs reichliche Früchte tragen; nicht blofs tausendfach, sondern hunderttausendfach.

IV. Rücksichtlich der Baukosten stehen der Rems-, Kocher- und Brenzbahn 4 160 345 Gulden weniger Ausgaben zur Seite, wenn die Doppelbahn erbaut wird, und auch wenn nur die einfache Bahn vorläufig nöthig sein sollte.

V. Im Betrieb ist für die Remsbahn eine geringere Gefahr vorhanden, und es sind weniger Reparaturen und ein verhältnifsmäfsig kleineres Beamten-Personal erforderlich.

VI. Im Ertage und den Selbstkosten steht die Rems- etc. Thalbahn ebenfalls weit über die Albbahn; mit mehr als 400 000 Fl. jährlich.

Welche Bahn nun die für das Land vortheilhafteste sei, liegt nicht mir ob zu entscheiden und ich überlasse das Urtheil Denjenigen, denen es zusteht, nachdem ich hier ganz unpartheiisch alle Vortheile und Nachtheile der beiden Bahnlinien gezeigt habe.

12.

Hydrotechnische Beschreibung der Wasserstrafse von der Nordsee nach dem Schwarzen Meere, welche durch die Verbindung mehrerer Ströme und Flüsse gebildet ist.

(Von dem verstorbenen Königl. Preufs. Geheimen Regierungs- und Baurath *J. C. Wutzke*.)

Vorbemerkung.

Ich bin mit dieser Wasserstrafse auf meinen vieljährigen Geschäftsreisen näher bekannt geworden und werde davon hier eine Beschreibung geben, die vielleicht für das Verkehr treibende Publicum und für die Hydrotechniker nützlich sein wird.

Wenn gleich in neuerer Zeit viele Kunststrafsen diese Wasserstrafse berühren und zum Theil ersetzen, so bleibt sie doch im Ganzen wichtig und giebt ein Beispiel von dem, was durch die Hydrotechnik für fahrbare Wasserwege, für Entsumpfung des Bodens und für Agricultur geschehen kann.

Meinen Geschäftsverwandten, welche mich mit Nachrichten über diese Wasserstrafse in ihrem gegenwärtigen Zustande unterstützt haben, statte ich hierdurch öffentlich meinen Dank ab.

Allgemeine Übersicht.

Die Wasserstrafse von der Nordsee nach dem Schwarzen Meere ist aus folgenden Strömen und Flüssen durch Verbindungscanäle zusammengesetzt. Sie führt mittels Canäle

1. Aus dem Elbstrom in den Havelfluſs;
2. Aus dem Havelfluſs in den Spreefluſs;
3. Aus dem Spreefluſs in den Oderstrom;
4. Aus dem Oderstrom in den Wartheſluſs;
5. Aus der Warthe in den Netzfluſs.
6. Aus der Netze in den Braheſluſs;
7. Aus dem Braheſluſs in den Weichselstrom;
8. Aus der Weichsel in den Nogatstrom;

9. Aus dem Nogatstrom in den Elbingfluſs;
10. Aus dem Elbingfluſs in das Frische Haf;
11. Aus dem Frischen Haf in den Pregelstrom;
12. Aus dem Pregel in den Deimefluſs;
13. Aus dem Deimefluſs in den groſsen Friedrichsgraben;
14. Aus dem groſsen Friedrichsgraben in den Nemonienstrom;
15. Aus dem Nemonienstrom in den kleinen Friedrichsgraben;
16. Aus dem kleinen Friedrichsgraben in den Gilgestrom;
17. Aus der Gilge in den Memelstrom;
18. Aus dem Memelstrom in den Scharnfluſs;
19. Aus dem Scharnfluſs in den Jazoldafluſs;
20. Aus dem Jazolda in den Pripietzfluſs;
21. Aus dem Pripietzfluſs in den Dnieperstrom, welcher sich in das Schwarze Meer ergieſst.

Von der Nordsee kann man in Seeschiffen durch den Sund nach Memel gelangen, wo umgeladen wird. Die Seeschiffe für diese Fahrt sind folgende.

Barken und Pinken. Die gröſsten derselben sind 110 Fuſs lang und 27 Fuſs breit; ihre Einsenkung ins Wasser ist 14 Fuſs, ihre Tragfähigkeit 8000 Ctr. Die kleinern sind 80 Fuſs lang und 20 Fuſs breit, mit 12 Fuſs Einsenkung und 4000 Ctr. Tragfähigkeit. Zweimastige Schiffe sind die Schoner, Kuffen, Galeassen, Briggs und Schmakken. Die gröſsern derselben sind 90 Fuſs lang, 23 Fuſs breit, gehen 13 Fuſs ins Wasser und tragen 3600 Centner. Die kleinern sind 55 Fuſs lang, 14 Fuſs breit, gehen 7 Fuſs ins Wasser und tragen 1500 Centner. Endlich noch kommen vor Jachten, Sloopen und Tjacken. Die gröſsern sind 55 Fuſs lang, 15 Fuſs breit, mit 8 Fuſs Einsenkung und 1500 Ctr. Tragfähigkeit. Die kleinern sind 40 Fuſs lang, 12 Fuſs breit, mit 6 Fuſs Einsenkung und 1000 Ctr. Tragfähigkeit.

Das Seegatt oder die See-Enge, durch welche die Fahrt von der Ostsee in das Curische Haf geht, und wo der Dangestrom in seiner Ausmündung den Winterhafen von Memel bildet, ist 1100 Ruthen lang, an der schmalsten Stelle der Fahrbahn im Grundbette 360 Fuſs breit und bei gewöhnlichem Wasserstande 13 Fuſs tief. Die tiefer gehenden Schiffe müssen auf der Rhede lichten oder lossen, um den Hafen zu erreichen.

Von dem Hafen von Memel aus geht die Fahrt über das Curische Haf $5\frac{3}{4}$ Meilen weit bis zur Ausmündung des Ruſsstromes bei dem Flecken Ruſs, welcher den Vorhafen von Memel bildet; sodann auf dem Ruſsstrom bis zum

Schanzenkrug 6¼ Meilen hinauf, wo sich die Gilge von dem Rufsstrome trennt, und wo die Benennung „Memelstrom" aufhört. Von dieser Theilungsspitze geht die Fahrt den Memelstrom bis Tilsit hinauf, und weiter nach Rufsland. Sie wird von hier ab späterhin im Verfolge der Wasserstrafse durch das Land beschrieben werden.

Der Schiffahrtsweg von Memel durch das Curische Haf ist besonders in der Gegend des Kirchdorfes Schwarzenort auf der Curischen Nehrung (deren Entstehung ich, so wie die des Hafens von Memel, in den Preufsischen Provinzialblättern beschrieben habe) beim niedrigen Wasserstande nur 4 Fufs tief und mufs durch Ausbaggern des sandigen Grundes in der schiffbaren Tiefe erhalten werden.

Die Normalbreite des Rufsstromes ist 600 Fufs, seine geringste Tiefe 3 Fufs, wenn das Wasser am Pegel bei Tilsit 6 Fufs hoch steht. Das Gefälle des Stroms beträgt alsdann auf 100 laufende Ruthen 2¼ Zoll und die Geschwindigkeit 1¼ Fufs in der Secunde.

Das Wasser steigt auf diesem schiffbaren Wasserwege, zufolge der Beobachtungen an den Pegeln, über den niedrigsten Stand bei Memel 4 Fufs, beim Flecken Rufs 9 Fufs 6 Zoll und beim Schanzenkrug 17 Fufs hoch; und zwar durch das von oberhalb aus dem Lande kommende Fluthwasser, und von unterhalb durch den aus der Ostsee bei anhaltenden Nordweststürmen kommenden Rückstau. Das Fluthwasser von oben tritt in der Regel nach dem Abgange des Schnees im Frühjahr ein, der Rückstau dagegen oft unerwartet; er verursacht dann bedeutende Überschwemmungen der niedrig liegenden und nicht bedeichten Ländereien und Wiesen. Diesen hohen Wasserstand benutzt man, ehe die Gewässer wieder in ihre Ufer treten, zum Schiffen mit den grofsen und völlig beladenen Stromfahrzeugen von Memel ab bis Schanzenkrug und Tilsit etc., und umgekehrt, und zwar mit Bordingen und Reisekähnen.

Die Bordinge sind wie Seeschiffe auf den Kiel gebaut, haben Kimmings oder Schwerter an den Seiten, und werden auch zur Küstenfahrt auf der Ostsee gebraucht. Die gröfseren sind 70 Fufs lang und 24 Fufs breit, ihre Einsenkung mit voller Ladung ist 7 Fufs und ihre Tragfähigkeit 1500 Centner. Die kleineren Bordinge haben verschiedene Maafse und Tragfähigkeit. Die Reisekähne haben sämmtlich flache Boden und an den Seiten ebenfalls Schwerter. Die gröfseren sind 82 Fufs lang und 24 Fufs breit, mit 5½ Fufs Einsenkung und 2180 Ctr. Tragfähigkeit. Die mittleren sind 60 Fufs lang und 16 Fufs breit, mit 3½ Fufs Einsenkung und 600 Ctr. Tragfähigkeit. Die kleinern sind 40 Fufs lang

und 13 F. breit, mit 3 F. Einsenkung und 300 Ctr. Tragfähigkeit. Es giebt auch noch kleinere, von 28 F. lang, 10 F. breit, mit 1¾ F. Einsenkung und 100 Ctr. Tragfähigkeit. Mit den kleineren Fahrzeugen beschifft man die Wasserstrafse von hier bis 1 Meile oberhalb Kauen nach Poniemen-Frenzel hinauf, worüber weiterhin mehr gesagt werden wird. Auch beschifft man mit den Bordingen und Reisekähnen von Memel über das Curische Haf die Wasserstrafse, welche später beschrieben werden wird, nach Königsberg etc., und entgegengesetzt.

Werden die Seeschiffe, welche von der Nordsee durch den Sund kommen, auf die Ostsee durch Stürme oder Handelsgeschäfte genöthigt in nähere Häfen als Memel anzulegen, so geschieht es in Danzig und Pillau, dem Vorhafen von Königsberg. Dort kann umgeladen werden, um mit passenden Fahrzeugen über das Frische Haf nach Königsberg zu fahren, von wo aus die Fahrt von der Nordsee durch das Land nach dem Schwarzen Meere geht, wie es weiter beschrieben werden wird.

Eine andere, zweite Fahrt von der Nordsee nach dem Schwarzen Meere beginnt auf dem Elbstrom mit Seeschiffen zunächst bis Hamburg hinauf, wo umgeladen wird *).

Von Hamburg fährt man mit Stromfahrzeugen den Elbstrom bei gewöhnlichem Wasser bis Parey hinauf und durch den Plauer Canal bis Plauen etc. Der Plauer Canal ist 4½ Meilen lang, hat 3 Schleusen und vom Elbstrom bis zur Havel 16½ Fufs Gefälle.

Bei gröfserem Wasser geht die Fahrt aus der Elbe den Havelflufs aufwärts, bei Havelberg vorbei, bis zur Schleuse bei Rathenow. Diese Strecke ist 16 000 Ruthen lang und hat beim mittlern Sommerwasserstande von 5 Fufs am Pegel bei Havelberg ein Gefälle von 14 Fufs 9 Zoll, welches jedoch sehr von dem Wasserstande in der Elbe abhängt. Die Rathenauer Schleuse ist von Ziegeln, mit Werkstücken bekleidet, in der Kammer 234 Fufs lang und 26 Fufs im Lichten breit; das Gefälle derselben beträgt 4 Fufs 2 Zoll, und die normalmäfsige Höhe des Sommerwasserstandes auf dem obern Drempel 4 Fufs 4 Zoll.

Von Rathenau aufwärts bis Brandenburg sind auf der Havel etwa 12 000 Ruthen. Das mittlere Sommerwasser steht am untern Pegel zu Brandenburg 2 Fufs 6 Zoll und 4 Fufs 2 Zoll, am obern Pegel zu Rathenau 4 Fufs 5 Zoll hoch. Die Schleuse zu Brandenburg ist von Holz, und eine Bassinschleuse; sie ist 220 Fufs lang, in der Kammer 123 Fufs und zwischen den Thoren 25 Fufs breit; ihr Gefälle beträgt 4 Fufs 6½ Zoll und die Wassertiefe auf dem obern Drempel bei dem Normal-Sommerwasserstande 3 Fufs 10 Zoll.

*) Man mufs bei allen diesen Beschreibungen eine gute Carte zur Hand nehmen.

Von Brandenburg fährt man aufwärts, an den kleinen Städten Ketzin und Werder vorbei, durch Potsdam nach Spandau. Von Brandenburg bis Potsdam sind 15 400 Ruthen, und von Potsdam bis Spandau 7050 Ruthen. Das Gefälle der Havel, bei einem Wasserstande von 5 Fufs 3 Zoll über dem untern Drempel oder 3 Fufs 4 Zoll am Pegel der Spandauer Schleuse und 3 Fufs 8 Zoll am Pegel der langen Brücke zu Potsdam, beträgt auf der Strecke von Spandau bis Potsdam 1 Fufs 6 Zoll. Das Gefälle von Potsdam bis Brandenburg, bei einem Wasserstande von 3 Fufs 4 Zoll am Pegel der langen Brücke zu Potsdam, ist 2 Fufs; am Pegel der Baumgartenbrücke 6 Fufs 1 Zoll und am Pegel der Brandenburger Schleuse 2 Fufs $\frac{1}{4}$ Zoll. Die Breite der Havel auf der genannten Strecke beträgt, aufserhalb der grofsen Seen, welche sie durchströmt und von welchen der Plauer-, Trebel-, Zem- und Peesinsee die bedeutendsten sind, zwischen 15 bis 20 Ruthen, und die Tiefe beim mittleren Wasserstande 5 bis 6 Fufs. Die flachsten Stellen befinden sich unterhalb Havelberg, bei Rathenau, und unterhalb Spandau, wo beim niedrigen Wasserstande nur höchstens 3 Fufs Fahrtiefe vorhanden ist.

Von Spandau weiter fährt man entweder durch die Schleuse die Havel aufwärts nach dem Finowcanal, oder auf der unterhalb der Schleuse einfallenden Spree aufwärts nach Berlin.

Die Spandauer Schleuse auf dem ersten Wege ist aus gebrannten Steinen gebaut und mit Werkstücken bekleidet. Ihre Länge in der Kammer beträgt 210 Fufs, die Breite zwischen den Thoren 23 Fufs; der untere Drempel liegt 2 Fufs 9 Zoll niedriger als der obere Drempel, und der Unterschied zwischen dem Ober- und Unterwasser ist 4 Fufs 6 Zoll.

Die Drempel der Schleusen, gegen welche die Schleusenthore schlagen, bilden immer im Allgemeinen zugleich die gewöhnlichen Fachbäume, als unverrückbare Puncte, nach welchen sich noch nach vielen Jahren die Veränderungen der Wasserstände beurtheilen lassen; was denn also für die Nachkommen von Wichtigkeit ist.

Von der Schleuse bei Spandau geht die Fahrt bei dem Dorfe Pinnow vorbei durch die Stadt Oranienburg nach den oberhalb derselben liegenden Königlichen Mühlen, bei welchen die Oranienburger Schleuse liegt. Dieselbe ist von Holz erbaut; ihre Kammer ist 363 Fufs lang, 34 Fufs und zwischen den Thoren 22 Fufs weit und fafst 4 Kähne. Der Höhen-Unterschied ihrer Drempel beträgt 6 Fufs 11$\frac{1}{4}$ Zoll und das Gefälle 5 Fufs.

Das Gefälle auf diesem 9480 Ruthen langen Theil des Havelflusses beträgt, bei einem Wasserstande von 3 Fufs 2 Zoll auf dem untern Drempel der

Oranienburger Schleuse und 6 Fufs 1¼ Zoll an der Spandauer Schleuse, 5 Fufs 2 Zoll. Die mittlere Breite des Flusses beträgt 8 bis 9 Ruthen, und seine durchschnittliche Tiefe, bis auf die versandete Stelle zwischen dem Dorfe Pinnow und der Oranienburger Schleuse, etwa 5 Fufs.

Zur Verbesserung der Schiffahrt, welche durch die flachen Stellen in der Havel von den Oranienburger Mühlen bis zum Dorfe Pinnow sehr erschwert wird, ist die Ausführung eines Canals im Gange, der von der neu zu erbauenden Oranienburger Schleuse ab auf der rechten Seite des jetzigen Flusses von Oranienburg nach dem Dorfe Pinnow führen und der nicht allein den Schiffahrtsweg um 1015 Ruthen verkürzen, sondern auch eine Fahrtiefe von 4 Fufs gewähren wird. Nächst der hölzernen Schleuse bei Oranienburg, die wegen ihres schlechten Zustandes doch würde haben erneuert werden müssen, wird oberhalb des Dorfe Pinnow, bei welchem sich der Canal mit der Havel verbinden wird, eine Schleuse erbaut, durch welche dann ein permanenter Wasserstand im Canal gehalten werden kann. Diese beiden Schleusen werden von gebrannten Klinkern erbaut werden; die Länge ihrer Kammern wird 130 Fufs, die Breite, um 2 Kähne zu fassen, 30 Fufs, und die Weite zwischen den Häuptern, oder die Weite der Thore, 17 Fufs sein.

Von der Oranienburger Schleuse weiter aufwärts, bis 120 Ruthen unterhalb des Dorfes Malz, geht die Schiffahrt auf der Havel. Dort zweigt sich der etwa 1900 Ruthen lange Malzer Canal ab, welcher nun die Schiffahrt aufnimmt und sie in die sogenannte Faule-Havel führt. Der Malzer Canal ist in den Jahren 1827 und 1828 zur Verbesserung der Schiffahrt auf der Havel zwischen dem Finowcanal und dem Dorfe Malz am linken Thalrande des Havelflusses gegraben. Auf demselben befindet sich beim Dorfe Malz eine für zwei Oderkähne eingerichtete, aus Klinken erbaute Schleuse von 130 Fufs in der Kammer lang und 17 Fufs zwischen den Häuptern breit. Der Höhen-Unterschied ihrer beiden Drempel ist 6 Fufs 6 Zoll, und das Gefälle der Schleuse beträgt beim mittleren Wasserstande in der Havel 6 bis 7 Fufs.

Die sogenannte Faule-Havel bildet den Anfang des Finowcanals. Sie ist etwa 400 Ruthen lang, mündet bei der jetzt eingegangenen Düsterloer Schleuse in den Finowcanal und steht mit dem Oberwasser der vorhin beschriebenen Schleuse beim Dorfe Malz, so wie mit dem Unterwasser der Liebenwalder Schleuse, als der ersten des Finowcanals, in der Wage.

Die Liebenwalder Schleuse, in den Jahren 1832 und 1833 erbaut, ist wie die bei Malz ganz von Klinkern, und ihr Oberwasser steht bis zu der

von Holz erbauten Zerpenschen Schleuse, durch welche abwärts nach der Oder hin geschifft wird, in der Wage. Zwischen der Liebenwalder und der Zerpenschen Scheuse befindet sich daher der höchste Punct des Finowcanals, und man schifft von da aus mit Kähnen nach der Havel durch die Liebenwalder- und nach der Oder durch die Zerpen-Schleuse abwärts.

Bei der Stadt Liebenwalde zweigt sich aus dem Finowcanal der Vofscanal ab, dessen Wasserspiegel etwa 500 Ruthen lang bis zur Vofsschleuse mit dem des ersteren horizontal fortgeht. Neben dieser Schleuse befindet sich die Speisungs-Arche, mit Wänden von Klinkern, eichenem Boden und Grieswerk mit 2 Schützen, zusammen von 5 Fufs 10 Zoll Öffnung im Lichten weit, für den Finowcanal. Die Vofsschleuse ist 130 Fufs lang, jedoch in der Kammer, so wie in den Thorhäuptern, nur 17 Fufs breit, von Klinkern erbaut, und es findet darin nur ein Oderkahn Platz.

Von der Vofsschleuse aufwärts bis zum ehemaligen Gestüt Bischofswerder, auf etwa 600 Ruthen lang, ist ein der Havel angemessenes Flufsbett gegraben. Es nimmt dasselbe die von der Stadt Zehdenik kommende Havel auf.

Auf dem rechten Ufer, 60 Ruthen oberhalb der Vofsschleuse, sind zwei Frei-Archen, zusammen mit 58 Fufs im Lichten weiter Durchflufs-Öffnung, von Holz, mit massiven Klinkerwänden, gleichzeitig mit der Vofsschleuse erbaut. Sie führen das gesammte, von Zehdenik kommende Wasser des Havelflusses dem alten Havelbette bei Liebenwalde zu. Darauf fliefst die Havel seit der Erbauung des Vofscanals, der Schleuse und Frei-Arche daselbst, von hier bis 120 Ruthen unterhalb des Dorfes Malz, wie vorhin gesagt, in ihrem ursprünglichen Bette, ohne von der Schiffahrt berührt zu werden.

Von Bischofswerder aufwärts geht die Schiffahrt, von Zehdenik kommend, in dem ursprünglichen Bette des Havelflusses weiter. Durch den Finowcanal ist die Havel, mit Benutzung des Finowflusses, mit der Oder zur schiffbaren Wasserstrafse verbunden.

Der Finowcanal ist von Liebenwalde bis an den Leipschen See 10963 laufende Ruthen lang, und sein Gefälle beträgt 127½ Fufs. Rechnet man dazu die Länge vom Vofsgraben bis zu der vormaligen Düsterloschen Schleuse von 1545 Ruthen und das Gefälle von 11 Fufs 3½ Zoll, so beträgt die ganze Länge des Canals 6¼ Meile und sein Gefälle 138 Fufs 9½ Zoll.

Auf dem Finowcanal befinden sich folgende 17 Schleusen.

1. Die Düsterlosche Schleuse. Sie geht ein und ihr Gefälle wird der neuen, im Jahre 1833 erbauten Liebenwalder Schleuse zugelegt.

2. Die Liebenwalder Schleuse ist 130 Fufs in der Kammer lang und 30 Fufs breit, von Ziegeln erbaut; ihr Gefälle beträgt 1 Fufs 9 Zoll, bis 3 Fufs 3 Zoll (steigend).

3. Die Zerpen-Schleuse ist von Holz, im Lichten der Kammer 159½ Fufs lang und 20⅚ Fufs breit; ihr Gefälle beträgt 4 Fufs 5 Zoll bis 5 Fufs 6 Zoll (fallend). Das Gefälle des Finowcanals, von dem Scheitelpuncte zwischen der Liebenwalder und der Zerpen Schleuse, beträgt bis zur Havel unterhalb der Malzer Schleuse 7 Fufs 10 Zoll bis 12 Fufs 5 Zoll.

4. Die Rühlsdorfsche Schleuse ist in der Kammer im Lichten 157 Fufs lang, 23 Fufs breit und hat 5 Fufs 9 Zoll bis 6 Fufs 11 Zoll Gefälle (fallend). Die Häupter dieser Schleuse sind massiv; das Oberhaupt ist von Ziegeln, das Unterhaupt mit Werkstücken bekleidet; die Kammer ist mit Faschinen ausgepackt.

5. Die Leesenbrücksche Schleuse ist von Holz. Ihre Kammer ist im Lichten 157 Fufs lang, 21 Fufs breit; das Gefälle der Schleuse beträgt 5 Fufs 3 Zoll bis 8 Fufs 5 Zoll (fallend).

6. Die Grafenbrücksche Schleuse ist von Ziegeln, mit Werkstücken bekleidet. Ihre Kammer ist 164 Fufs lang, 20 Fufs breit, und das Gefälle beträgt 10 Fufs 6 Zoll bis 11 Fufs 8 Zoll (fallend). Diese Schleuse soll den übrigen neuen Schleusen gleich von Ziegeln, in der Kammer 130 Fufs lang, 30 Fufs breit, neu erbaut werden.

7. Die Schöpfurthsche Schleuse ist von Ziegeln; die Häupter sind aus Werkstücken; die Wände der Kammern sind mit Bohlen bekleidet. Die Schleusenkammer ist 163 Fufs lang, 21⅓ Fufs breit, und das Gefälle beträgt 8 Fufs bis 9 Fufs 11 Zoll (fallend). Statt dieser alten baufälligen Schleuse soll eine andere von Ziegeln, 130 Fufs in der Kammer lang, 30 Fufs breit erbaut und derselben das Gefälle der Steinfurthschen Schleuse zugelegt werden; welche dann eingeht.

8. Die Steinfurther Schleuse ist von Holz; die Kammerwände sind mit Rasen bedeckt. Die Kammer ist 240 Fufs lang, 36 Fufs breit, und das Gefälle beträgt 8 Zoll bis 2 Fufs 6 Zoll (fallend).

9. Die Hegermühler Schleuse ist von Ziegeln, 130 Fufs in der Kammer lang, 30 Fufs breit, und das Gefälle beträgt 9 Fufs 4 Zoll, bis 11 Fufs 1 Zoll (fallend).

10. Die Wolfwinkelsche Schleuse ist von Holz; die Länge ihrer Kammer beträgt 164 Fufs, die Breite 23 Fufs und das Gefälle 6 Fufs 4 Zoll bis 9 Fufs 9 Zoll.

11. Die Drathhammer Schleuse ist von Holz; die Kammer ist 154 Fufs

lang, 20¾ Fufs breit; das Gefälle beträgt 10 Fufs 4 Zoll bis 13 Fufs 2 Zoll (fallend).

12. Die Kupferhammer Schleuse ist von Ziegeln, 130 Fufs lang im Lichten der Kammer, und 30 Fufs breit, das Gefälle beträgt 8 Fufs 4 Zoll bis 14 Fufs 8 Zoll (fallend).

13. Die Neustädtsche Schleuse ist von Ziegeln, in der Kammer 130 Fufs lang, 30 Fufs breit; das Gefälle beträgt 9 Fufs 6 Zoll bis 13 Fufs 8¾ Zoll (fallend).

14. Die Ragoser Schleuse hat massive Häupter; die Kammerwände sind mit Ziegeln bekleidet; die Länge der Kammer beträgt 234 Fufs, die Breite 46 Fufs und das Gefälle 4 Fufs 1 Zoll bis 6 Fufs 10 Zoll (fallend).

15. Die Stechartsche Schleuse ist massiv von Feldsteinen, mit Ziegeln bekleidet, in der Kammer 159 Fufs lang, 21¾ Fufs breit; das Gefälle beträgt 2 Fufs 11 Zoll bis 5 Fufs 9 Zoll.

16. Die Nieder-Finowsche Schleuse ist von Holz, die Kammerwände sind mit Faschinen bekleidet; die Schleusenkammer ist 174 Fufs lang und 40 Fufs breit; das Gefälle beträgt von Null bis 5 Fufs (fallend); das Wasser der Oder tritt in seinem höchsten Stande mit dem Oberwasser der Schleuse zusammen.

17. Die Liepesche Schleuse ist massiv und mit Werkstücken bekleidet; ihre Kammer ist 164 Fufs lang, 23 Fufs breit; das Gefälle beträgt 3 Fufs bis 5 Fufs 10 Zoll (fallend).

Das ganze Gefälle von der Canalhaltung oberhalb der Zerpen-Schleuse, als dem Scheitelpunct des Finowcanals, bis zur Alten-Oder bei Liepe beträgt 108 Fufs 9 Zoll bis 123 Fufs 11 Zoll.

Die Fahrzeuge, welche den Finowcanal befahren, sind gröfstentheils Oderkähne. Dieselben sind normalmäfsig 124 Fufs ohne das Steuerruder lang, 13½ Fufs breit, gehen 2¾ Fufs ins Wasser und tragen 760 Centner. Aufserdem befahren den Canal Zillen, von leichterer Bauart und ähnlicher Gröfse, so wie auch, jedoch selten, Schuten (starke breite Fahrzeuge), und Elbkähne.

Beim Entwurf der neuen Schleusen und Canäle wurde bestimmt, dafs die Fahrzeuge mit Einschlufs des Steuerruders nicht über 130 Fufs lang, nicht über 13½ Fufs breit sein und nicht über 3½ Fufs tief eintauchen sollten. Die Schleusen wurden demnach 130 Fufs lang und 30 Fufs breit gebaut, und den Canälen gab man 4½ Fufs Tiefe beim kleinsten Wasser. Damit indefs auch einzelne breitere Fahrzeuge durchkommen könnten, so wie für die mit Heu und Stroh über den Bord hinausbeladenen Kähne, sind die Thore 17 Fufs im Lichten weit gemacht. Die Elbkähne heben ihre Ruder aus und legen sich schräg in die für

zwei Oderkähne eingerichteten Schleusen; welches indessen künftig nicht gestattet werden soll. Die neuen Canalstrecken sind 30 Fufs breit und auf 5½ Fufs Wassertiefe gegraben. Vor der Verwallung liegt ein 2 Fufs breites Banket. Wegen des leichten Sandbodens ist die Böschung der Wälle 5 bis 6füfsig gemacht; worüber aber die Schiffer klagen, da sie ohne Handkähne nicht ans Land kommen können und beim Ausweichen leicht aufstofsen.

Von der Ausmündung des Finowcanals fährt man die alte Oder aufwärts, an Oderberg vorbei, und sodann auf der Neuen-Oder bis Güstebiese; dann aber wieder auf der Alten-Oder durch die Oderbrücher, wo der Strom zum Theil bedeicht ist, bis Cüstrin; welche Fahrt auf der Oder im Ganzen 6 Meilen beträgt: nemlich vom Finowcanal bis Hohensaten 1 Meile, und von da bis Cüstrin 5 Meilen. Von Zellin über Wriezen und Freienwalde bis zum Finowcanal ist die Alte-Oder 4 Meilen lang. Sie ist aber so versandet, dafs die Schiffahrt nach dem Eisgange bei hohem Wasserstande nur eine kurze Zeit Statt findet; weshalb man dann den Weg durch die Neue-Oder einschlägt.

Da die beiden Wasserwege durch den Mühlroser und durch den Finowcanal bei Cüstrin zusammentreffen, so gehe ich zur Beschreibung des *ersten* Wasserweges bis in die Gegend nach Spandau zurück.

Diese *erste* Wasserstrafse führt von Spandau den Spreefluſs hinauf durch Berlin und durch die daselbst auf dem einen Arm des Flusses befindliche Schleuse; weiter aufwärts durch die Schleuse bei Fürstenwalde und durch den Mühlroser Canal und dessen Schleusen bis zur Oder, und dann stromabwärts bis Cüstrin.

Die Spree hat von ihrer Ausmündung bei Spandau in die Havel bis zu dem Landgraben unterhalb Berlin, auf eine Länge von 3235 Ruthen, bei einem Wasserstande von 2 Fufs 9 Zoll am untern Pegel der Schleuse bei Spandau, 2 Fufs 2 Zoll Gefälle. Von Spandau bis Berlin ist die Normalbreite der Spree beim mittlern Wasserstande 15 Ruthen und die durchschnittliche Tiefe 4 Fufs.

Die Schleuse in Berlin ist massiv und 240 Fufs zwischen den Thoren lang und 24 Fufs breit. Der Unterschied der Höhe ihrer Drempel beträgt 4 Fufs, 1 Zoll.

Von den Stromfahrzeugen, welche die Havel und die Spree befahren, sind die gröfsten im Boden . . . . . 86 Fufs lang,
im vordern Scheerstück . . . . . 20 – –
im hintern Scheerstück . . . . . 15 – –
im vordern Kaffstück . . . . . 6 – –
im hintern Kaffstück . . . . . 1½ – –

Zusammen also 128½ Fufs lang,

im Boden 9 Fufs 1 Zoll und im Bord höchstens 14 Fufs 6 Zoll breit.

Von Berlin aufwärts hat die Spree bis Cöpenik etc. wenig Gefälle, verschiedene Breite, und gröfstentheils sumpfigen Grund. Die Länge des Flusses von Berlin bis Fürstenwalde beträgt etwa $6\frac{3}{4}$ Meilen, und von da ab bis zur Mündung des Mühlroser Canals $1\frac{3}{4}$ Meilen.

Der Friedrich-Wilhelms oder Mühlroser Canal ist 3 Meilen lang, 5 Ruthen breit, und beim mittlern Wasserstande 6 Fufs tief. Sein Gefälle beträgt von Mühlrose bis an die Spree $6\frac{1}{2}$ Fufs und von Mühlrose bis zur Oder $58\frac{1}{2}$ Fufs. Er hatte anfänglich 8 hölzerne Schleusen von verschiedenem Gefälle.

Von der Ausmündung des Mühlroser Canals geht die Fahrt auf der Oder abwärts bis Frankfurt 1 Meile und von da bis Cüstrin 3 Meilen weit; wo man dann mit dem aus dem Finowcanal kommenden Wasserwege, wie schon bemerkt, zusammentrifft und nun die Fahrt auf dem Wartheflufs aufwärts an Landsberg vorbei nach Zantoch etc. fortsetzt.

Der Wartheflufs, welcher durchschnittlich auf 100 Ruthen 2 Zoll Gefälle hat, ward im Jahre 1769 und in den folgenden Jahren durch das kraftvolle Einwirken des Königs Friedrich II. von Cüstrin bis zur Ausmündung des Netzflusses oberhalb Zantoch, 8 Meilen lang zum schiffbaren Wasserwege regulirt. Zugleich wurden die sogenannten Warthebrücher oder Niederungen nach den schon im Jahre 1724 dem Könige Friedrich Wilhelm I. zum Theil vorgelegten Planen entsumpft, bedeicht und urbar gemacht; worüber im 2ten Capitel mehr gesagt werden wird.

Das Flutwasser steigt im Bette des Wartheflusses über den niedrigsten Wasserstand bis 12 Fufs hoch, und im Jahr 1813 stieg es oberhalb Cüstrin sogar 14 Fufs hoch. Die Breite des Flusses ist verschieden. Beim niedrigsten Wasserstande müssen sich die Schiffer mit der Ladung danach einrichten.

Von Zantoch fährt man den Netzflufs, welcher aus vielen kleinen Seen oberhalb Rinarzow entspringt, und welcher schon nach dem im Jahr 1772 entworfenen Project, den Netz- und den Braheflufs mit der Weichsel durch einen Canal zu verbinden, zur Schiffahrt verbessert worden ist, während die Netzbrücher entwässert wurden, bis zur Schiffschleuse bei Gromaden 20 Meilen durch das urbar gemachte Netzthal hinauf. Die Normalbreite der Netze beträgt beim mittlern Wasserstande etwa 84 Fufs und die Tiefe 4 bis 6 Fufs; die Geschwindigkeit $1\frac{1}{2}$ bis $1\frac{3}{4}$ Fufs.

Die Gromadener Schleuse war früher nur als eine Stauschleuse und von Holz gebaut, erhielt aber später ein Oberhaupt und wurde im Jahr 1821 neugebaut; mit steinernen Häuptern, die Kammer mit Packwerkswänden von Faschinen eingefafst. Die Schleusenkammer ist 124 Fufs lang, $28\frac{1}{3}$ Fufs im

Lichten breit; das Gefälle der Schleuse beträgt beim mittleren Wasserstande 4½ Fufs und beim kleinen Wasserstande 7 Fufs.

Von dieser Schleuse geht die Fahrt den Netzflufs weiter aufwärts bei der kleinen Stadt Nackel vorbei bis zur Mündung des Bromberger Canals, 2¼ Meilen weit; die Normalbreite des Flusses beträgt hier beim mittleren Wasserstande 72 Fufs, die Tiefe 5 bis 6 Fufs, die Geschwindigkeit 1¼ Fufs, und das Gefälle nach dem Nivellement vom Jahr 1800 11 Fufs 1 Zoll. Das Flutwasser steigt in dem breiten Netzthal, im Verhältnifs wie es aus den Brüchern bei den Quellen des Netzflusses hinunterströmt, erreicht aber selten einen sehr hohen Stand.

Vom Netzflufs fährt man mit den oben beschriebenen, von der Oder kommenden Kähnen, welche hier normalmäfsig 124 Fufs lang und 13½ Fufs breit sind, 2 Fufs 10 Zoll tief gehen, 766 Ctr. tragen, und durch Menschen gezogen oder getreidelt werden, in dem Canal bis an den Braheflufs bei Bromberg und passirt dabei folgende Canalstrecken und Schleusen, deren Kammern 156 bis 181 Fufs lang und 28 Fufs breit sind, nemlich:

1. Die sogenannte 10te Schleuse, in der Reihefolge von Bromberg an gerechnet. Sie liegt nahe an der Ausmündung des Canals in den Netzflufs, war früher nur eine Stauschleuse und wurde im Jahr 1800 in eine hölzerne Kammerschleuse von 4 Fufs Gefälle (steigend) verwandelt.

2. Von der 10ten bis zur 9ten Schleuse beträgt die Länge des Canals 443 Ruthen, und das Gefälle der neunten Schleuse beträgt 9 Fufs 5 Zoll (steigend).

3. Von der 9ten bis zur 8ten Schleuse sind 4292 Ruthen, und das Gefälle der achten Schleuse ist 8 Fufs 1½ Zoll.

4. Von der achten bis zur siebenten Schleuse sind 224 Ruthen, und das Gefälle der siebenten Schleuse beträgt 9 Fufs 7¾ Zoll (fallend).

5. Von der 7ten bis zur 6ten Schleuse sind 1124½ Ruthen, und die sechste Schleuse hat 15 Fufs 3 Zoll Gefälle (fallend).

6. Von der 6ten bis zur 4ten Schleuse sind 305½ Ruthen; das Gefälle der vierten Schleuse beträgt 13 Fufs 5¼ Zoll (fallend). Die fünfte Schleuse ist eingegangen und das Gefälle vertheilt worden.

7. Von der 4ten bis zur 3ten Schleuse sind 211¾ Ruthen; das Gefälle der dritten Schleuse ist 12 Fufs 9½ Zoll (fallend).

8. Von der 3ten bis zur 2ten Schleuse sind 106 Ruthen, und das Gefälle der zweiten Schleuse ist 9 Fufs 3½ Zoll (fallend).

9. Von der 2ten bis zur 1ten Schleuse sind 153½ Ruthen. Das Gefälle beträgt 9 Fufs 11⅞ Zoll.

Das gesammte Gefälle der Netze beträgt daher von dem Wasserspiegel des Canals (aufsteigend) 13 Fufs 5 Zoll, und von da bis auf den Wasserspiegel des Braheflusses hinunter, an der ersten Schleuse, 78 Fufs $6\frac{1}{8}$ Zoll.

Der Bromberger Canal wurde im Jahre 1772 6924 Ruthen lang, 5 Ruthen breit und 5 Fufs tief gegraben und es wurden darauf 8 hölzerne Schleusen gebaut, und zwar alles in dem Zeitraum von *einem* Jahr, so dafs schon im Jahr 1773 der König Friedrich II. dieses wichtige Werk selbst in Augenschein nehmen konnte. Er gab seine Zufriedenheit damit zu erkennen. Als die hölzernen Schleusen (deren Bau damals sehr hatte beschleunigt werden müssen) baufällig geworden waren, wurden die erste, zweite, dritte, vierte und sechste Schleuse aus sehr festen Bromberger Klinkern neu gebaut; die siebente und achte Schleuse sind jetzt noch von Holz. Die neunte Schleuse wurde in den Jahren 1798 bis 1800 von Klinkern unter meiner Leitung neu gebaut; mit einer aus Eisen gegossenen Brücke über das Unterhaupt, für die frühere Landstrafse von Bromberg nach Berlin.

Der Canal ist jetzt im Wasserspiegel 42, und da wo die Ufer abgebrochen sind 68 Fufs breit, 3 bis 6 Fufs tief und wird aus dem Netzefluss mittels eines von Eichorst bis an den Canal gezogenen Grabens gespeiset.

Von Bromberg fährt man 1 Meile weit auf dem Braheflufs abwärts bis zur Weichsel.

Von der Ausmündung des Braheflusses schifft man auf dem Weichselstrom abwärts $15\frac{1}{4}$ Meilen weit durch das Stromthal oder die Niederung bis zur Montauer Spitze, wo sich die Nogat von der Weichsel trennt. Die Weichsel hat bei Graudenz auf 100 Ruthen $2\frac{3}{4}$ Zoll Gefälle und ist dort beim mittlern Wasserstande 800 Fufs, bei Marienwerder 1400 Fufs breit; sie steigt bei Fluten bei Marienwerder 23 Fufs und im Danziger Werder 20 Fufs hoch.

Erfordert es der Handelsverkehr, so kann man von hier ab die Weichsel an Graudenz vorbei bis zum sogenannten Haupt, wo sich der Flufs in die Neue- und die Alte-Elbinger Weichsel theilt, 6 Meilen, und von da bis Danzig $3\frac{1}{4}$ Meilen weit durch die fruchtbare Niederung beschiffen; wo dann die oben beschriebenen Oderkähne neue Fracht suchen und umkehren müssen. Von Danzig fliefst die Weichsel 1 Meile bis Weichselmünde, wo sie sich in die Ostsee ergiefst und auf dieser Strecke schon mit Seeschiffen befahren wird.

Von der Montauer Spitze, welche die Nogat von der Weichsel trennt, geht die Fahrt den Nogatstrom hinab, bei Marienburg vorbei, bis zur Krapfuhlschleuse, $6\frac{1}{2}$ Meilen lang. Die Nogat ist oben bedeutend breit und 3 bis $3\frac{1}{2}$ Fufs

tief, bei der Zegerschen Kirche aber nur 26 Ruthen breit und 29 bis 30 Fufs tief. Ihr Gefälle ist sehr verschieden und an einigen Stellen 2 Zoll auf 100 Ruthen. Das Flutwasser steigt $12\frac{1}{3}$ Fufs hoch.

Der Krapfuhlcanal wurde schon im Jahre 1495 zur Verbindung der Nogat mit dem Elbingflufs gezogen und mit hölzernen Schleusen besetzt. Er ist $1516\frac{1}{2}$ Ruthen lang, 4 bis 7 Ruthen breit und 5 bis 6 Fufs tief.

Die grofse Krapfuhlsche Schleuse hat zwei Kammern, jede von 16 Ruthen lang und zwischen den Wendesäulen $38\frac{1}{3}$ Fufs im Lichten weit. Diese Schleuse ist mit den Ober- und Unterhäuptern $52\frac{1}{2}$ Ruthen lang. Wegen des hohen Druckwassers hat sie eine doppelte Kammer und ist getheilt, für 11 Fufs Spannung auf jedes Thor. Es passiren sie die vom Weichselstrom kommenden Oderkähne und Wittinnen; selten blofse Reisekähne.

Die zweite, kleine Krapfuhlschleuse ist zwischen den Thoren 11 Fufs $4\frac{1}{2}$ Zoll breit; ihre Kammer ist 146 Fufs lang und kann wegen der Spannriegel nur bei $8\frac{1}{2}$ Fufs Pegelhöhe befahren werden. Der kleine Canal hat eine Länge von 60 Ruthen.

Die Oderkähne fahren nur bis Elbing, wo umgeladen wird, und treten von dort die Rückreise an, weil sich mit diesen Fahrzeugen, ihrer flachen Boden und niedrigen Borde wegen, nicht sicher über das Frische Haf schiffen läfst, auf welchem die Sturmwellen oft bedeutend hoch gehen.

Der Elbingflufs, welcher sich aus dem Drausensee, in den sich die Sorge, Weske und mehrere kleine Flüsse ergiefsen, $1\frac{1}{8}$ Meile bis zur langen Bude in Elbing hinunterzieht, und der von hier ab seinen Lauf bis gegen das Ende der Molen an seiner Ausmündung, die schon von früheren Zeiten an bis jetzt in der fahrbaren Tiefe zu erhalten viele Kosten verursacht haben, in das Frische Haf $1\frac{1}{2}$ Meilen lang fortsetzt, ist 10 bis 15 Ruthen breit und 5 bis 15 Fufs tief. Das Gefälle dieses Flusses ist unbedeutend, also auch seine Geschwindigkeit. Es wird bei anhaltenden Nordweststürmen durch den Rückstau, gemäfs der Beobachtungen der Wasserstände an den Pegeln, oft ganz aufgehoben. Die gewöhnlichen Wasserstände sind am Hafenbaum der höchste 7 Fufs 6 Zoll, der niedrigste 5 Fufs 2 Zoll. Am 31ten März 1822 stieg aber die Sturmfluth 12 Fufs 6 Zoll hoch und pflanzte sich bis in den Drausensee fort.

Von Elbing setzt man die Fahrt mit kleinen Seeschiffen, Bordingen und Reisekähnen, den Elbingflufs hinab fort bis zu seiner Ausmündung, $1\frac{1}{2}$ Meilen weit; dann über das Frische Haf bis zur Ausmündung des Pregels, $10\frac{3}{4}$ Meilen weit, und von da den Pregelstrom aufwärts $1\frac{1}{4}$ Meile weit bis Königsberg. Auch

kann man von Elbing den kleinen Seitenweg über das Haf nach Pillau einschlagen, wenn es der Handelsverkehr erfordert; welches $8\frac{3}{4}$ Meilen weit ist. In Pillau laufen Seeschiffe, wie sie schon früher auf der Strafse durch den Hafen von Memel beschrieben sind, aus der Ostsee durch das 600 Ruthen lange, 100 Ruthen breite und 12 bis 13 Fufs, je nach dem Wasserstande tiefe Gatt ein. Von Pillau geht dann die Fahrt mit mittleren und kleinen Seeschiffen und Bordingen über das Frische Haf bis zum Einfall des Pregels, 4 Meilen weit fort. Die flachste Stelle auf diesen beiden Fahrten ist vor der Ausmündung des Pregels ins Haf und wird durch Baggerung in der schiffbaren Tiefe erhalten, welche, wenn das Wasser in Königsberg am Hauptpegel 6 Fufs hoch steht, 7 bis 8 Fufs beträgt und täglich in den dortigen Intelligenzblättern bekannt gemacht wird. Am Hauptpegel in Königsberg steigt das Wasser über den niedrigsten Wasserstand 5 Fufs 8 Zoll, und dann werden schon die niedrig liegenden Theile der Stadt überschwemmt. Von dieser Ausmündung an beträgt die Tiefe des Stroms bis Königsberg 20 bis 30 Fufs, seine Normalbreite 250 Fufs und das Gefälle auf 100 Ruthen bei gewöhnlicher Ausströmung des Wassers $1\frac{1}{2}$ Zoll; welches aber durch den Rückstau oft ganz aufgehoben wird.

In Königsberg werden die Seeschiffe umgeladen, und man setzt von da die Fahrt mit Bordingen und Reisekähnen den Pregelstrom aufwärts $5\frac{1}{2}$ Meilen weit bis Tapiau fort. Die Normalbreite des Pregels oberhalb Königsberg ist 120 Fufs, die Tiefe bei Königsberg 12, bei Langendorf, 2 Meilen oberhalb Königsberg, 4, und nahe unterhalb Tapiau $3\frac{1}{2}$ Fufs. Die Geschwindigkeit beträgt bei Langendorf 1, und bei Tapiau $1\frac{1}{2}$ Fufs. Bei anhaltenden Südweststürmen pflanzt sich der Rückstau aus der Ostsee und dem Hafe den Pregel hinauf bis Tapiau und Wehlau fort; so dafs das Gefälle dann ganz aufgehoben ist.

Bei Tapiau, wo das Wasser am Pegel über dem niedrigsten Wasserstand 10 Fufs 6 Zoll hoch steigt, verläfst man den Pregel, der seinen Ursprung in Litthauen hat und bis Insterburg schiffbar ist, und fährt von da ab den Deimefluss, welcher sich hier vom Pregel trennt, nach Labiau 4 Meilen weit mit denselben Fahrzeugen hinunter. Die Normalbreite des Deimeflusses ist im Durchschnitt 72 Fufs, seine geringste Tiefe, in der Einmündung bei Tapiau, bei niedrigem Wasserstande $2\frac{1}{2}$ und weiter unterhalb 4 Fufs; das Gefälle auf 100 Ruthen beträgt bei Tapiau $2\frac{5}{8}$ und bei Labiau $2\frac{3}{4}$ Zoll; die Geschwindigkeit bei Tapiau $1\frac{1}{3}$ und bei Labiau $\frac{3}{4}$ Fufs. Der Rückstau aus der Ostsee und dem Curischen Hafe pflanzt sich auch bei anhaltenden Nordweststürmen

mehrere Meilen weit den Deimefluſs aufwärts fort; wodurch denn auch hier das Gefälle oft ganz aufgehoben wird.

Bei Labiau, wo das Flutwasser am Pegel 5 Fuſs 2 Zoll hoch steigt, und wo dann die Überschwemmungen der Niederung anfangen, verläſst man den Deimefluſs, welcher von da ab noch $1\frac{1}{8}$ Meile weit seinen Lauf bis in das Curische Haf fortsetzt und zum Wasserwege nach Memel bei hohem Wasser dient, und setzt nun, noch mit denselben Fahrzeugen, die Reise auf dem Groſsen Friedrichsgraben $2\frac{3}{8}$ Meilen weit bis zum Nemoninstrom fort. Dieser Canal, der Groſse Friedrichsgraben genannt, wurde in den Jahren 1689 bis 1697 gezogen; seine Normalbreite ist 72 Fuſs, seine geringste Wassertiefe, welche der Pegel in Labiau markirt, 4 Fuſs, und der Wasserspiegel des Canals erhält nur etwas Gefälle, wenn das Flutwasser im Deimefluſs oder im Nemoninstrom höher steigt.

Auf dem Nemoninstrom, welcher sich von der Ausmündung des Groſsen Friedrichsgrabens $\frac{1}{4}$ Meile weit in das Curische Haf ergieſst und ebenfalls zum Wasserwege nach Memel dient, geht die Fahrt stromaufwärts 2 Meilen weit bis zum Dorfe Petricken, wo der Strom erst nach seiner Verbindung mit mehreren aus der Niederung kommenden Flüssen seinen Namen erhält. Seine Normalbreite ist unterhalb 360 und oberhalb 132 Fuſs; seine geringste Tiefe an einigen Stellen 3 Fuſs, sonst 13 bis 18 Fuſs, und die Geschwindigkeit oberhalb $1\frac{3}{4}$ Fuſs; das Gefälle des Stroms wird auch hier durch den Rückstau aus dem Hafe bei Nord- und Weststürmen oft ganz aufgehoben.

Die Verbindung dieser verschiedenen Wasserläufe in der sogenannten Litthauenschen Niederung, so wie deren Entsumpfung, ist besonders für den Hydrotechniker wichtig; weshalb ich es für nothwendig erachtet habe, zur Übersicht die hier beigefügte Carte zu entwerfen, ohne welche es schwer sein würde, von dem Gegenstande durch die bloſse Beschreibung ein deutliches Bild zu geben. (Die Carte ist diesem Hefte des Journals beigefügt.)

Vom Nemoninstrom geht die Fahrt den Kleinen-Friedrichsgraben, welcher zum Theil ein Arm des Gilgestroms ist, aufwärts, $\frac{3}{4}$ Meilen weit nach Seckendorf bis zum Gilgestrom. Dieser Canal wurde zu derselben Zeit, als der Groſse-Friedrichsgraben gezogen wurde, aus mehreren Wasserläufen zusammengesetzt und zum schiffbaren Wasserwege gemacht. Seine Normalbreite beträgt 78 Fuſs, die geringste Tiefe an der Einmündung 3 Fuſs, sonst stellenweise 18 Fuſs, das Gefälle 2 Fuſs 1 Zoll und an einigen Stellen $1\frac{1}{2}$ bis $1\frac{3}{4}$ Fuſs.

Von Seckenburg, von wo ab $1\frac{3}{8}$ Meile weit der Gilgestrom in das Haf fliefst, aber nicht mehr schiffbar ist, geht die Fahrt auf der Gilge $3\frac{3}{4}$ Meilen weit bis Schanzenkrug, wo sich die Gilge von dem Rusfstrome trennt, und wo sich der zuerst beschriebene Wasserweg, aus der Nordsee über die Stadt und den Hafen von Memel kommend, mit diesem über die Gilge verbindet. Das Bette des Gilgestroms wurde in den Jahren 1613 bis 1616, gröfstentheils zur Verbesserung der Schiffahrt, möglichst gerade gezogen und eingedeicht. Die geringste Tiefe des Stromes ist an einigen Stellen $2\frac{1}{2}$ Fufs, wenn das Wasser am Pegel bei Tilsit 6 Fufs hoch steht; die Normalbreite ist 216 Fufs, das Gefälle auf dieser Strecke 13 Fufs, die Geschwindigkeit im untern Theile des Stroms $1\frac{1}{4}$ Fufs und oben $1\frac{3}{4}$ Fufs. Beim Schanzenkruge, an der Theilungsspitze, steigt das Flutwasser 17 Fufs über den niedrigsten Wasserstand; wo alsdann die Deiche in Gefahr kommen, durchbrochen zu werden.

Weiter fährt man mit denselben Fahrzeugen den Memelstrom, welcher seine Quelle bei Horzow, 36 Meilen oberhalb Grodno hat und bis zum Curischen Hafe 103 Meilen durchläuft, aufwärts bis zu der auf dem linken Ufer liegenden Stadt Tilsit und von da bis zu dem auf dem rechten Ufer liegenden Preufsischen Zoll-Amte Schmaleningken, wo der kleine Swentefluſs, der die Grenze zwischen Preufsen und Rufsland $8\frac{3}{4}$ Meilen weit bildet, in die Memel fällt. Die Normalbreite der Memel ist bei dem Gute Winge unterhalb Tilsit 1080, bei der Stadt Ragnit 1008 und bei dem Forstamt Trapöhnen 960 Fufs, wenn das Wasser am Pegel bei Tilsit 6 Fufs hoch steht; die Geschwindigkeit des Stroms beträgt bei Winge $1\frac{1}{4}$ und bei Trapöhnen $1\frac{1}{2}$ Fufs, das Gefälle auf der ganzen Strecke 22 Fufs; das Flutwasser steigt bei Schmaleningken 20 Fufs hoch.

Bei niedrigem Wasser wird in Tilsit, wo eine Schiffbrücke über den Memelstrom führt, umgeladen oder gelichtet. Besonders geschieht dies mit den aus Rufsland kommenden grofsen Wittinnen und Strusen. Man schifft dann mit den vorhin beschriebenen Bordingen und Reisekähnen auf den beschriebenen Wasserwegen bis Königsberg oder bis Memel. Bei hohem und mittlerem Wasser gehen die Wittinnen und Strusen mit voller Ladung bis Königsberg; dagegen auf dem zweiten Wasserwege, nemlich von der Theilungsspitze bei Schanzenkrug, wo der Name Memelstrom aufhört, in dem Rufsstrom nur bis zum Flecken Rufs, welcher den Vorhafen von Memel bildet, weil diese Fahrzeuge nicht geeignet sind, um damit über das Curische Haf nach Memel sicher fahren zu können. Gleiches gilt von den aus Rufsland kommenden, mit Producten beladenen grofsen Holzflöfsen.

Die Wittinnen und Strusen, eine Art ungeschickter, roh gebauter Fahrzeuge, haben flache Boden und sind 170 Fufs lang und 25 Fufs breit; sie tauchen 4 Fufs ins Wasser und tragen 3054 Centner. Die Strusen sind zum Theil 200 Fufs und 16 Fufs breit; ihre Einsenkung beträgt $3\frac{3}{4}$ Fufs und sie tragen 2160 Centner. Auch giebt es noch eine kleinere Art Wittinnen, zu welchen auch die kleinen Strusen gehören. Diese Stromfahrzeuge kommen von Grodno den Memelstrom und den Wiliaflufs von Wilna herunter, sind stark bemannt, und werden, besonders gegen den Strom, durch Menschen gezogen, weil ihre Segel und die ganze Takellage sich noch im rohesten Zustande befinden.

Von dem Preufsischen Hauptzollamt Schmaleningken an der Russischen Grenze fährt man mit den von Königsberg und Rufs zurückkehrenden, mit Kaufmannsgütern leicht befrachteten Wittinnen und Strusen und mit den kleinen Bordingen, besonders aber mit Reisekähnen, je nachdem der Wasserstand hoch ist, den Memelstrom $13\frac{1}{4}$ Meile aufwärts, an die Russische Stadt Georgenburg vorbei, bis zu der Stadt Kauen, wo sich der Wiliaflufs, welcher bis zur Stadt Wilna mit Wittinnen und Strusen beschifft wird und welcher seine Quelle 36 Meilen oberhalb Kauen bei Wilcka hat, in den Memelstrom ergiefst. Das Gefälle beträgt auf dieser Strecke nach dem im Jahre 1802 unter meiner Direction ausgeführten Nivellement 51 Fufs 6 Zoll; die Normalbreite des Stroms ist unterhalb, beim niedrigen Wasserstande 900 Fufs, oberhalb 780 Fufs; die geringste Tiefe ist $2\frac{3}{4}$ Fufs, die Geschwindigkeit $1\frac{2}{3}$ Fufs; oberhalb ist die geringste Tiefe $2\frac{1}{2}$ und die Geschwindigkeit 2 Fufs. Das Flutwasser steigt am Pegel bei Kauen und Alexotus 24 Fufs über den niedrigsten Wasserstand hoch. (Siehe meine Bemerkungen über die Gewässer der Ostseeküste und die Beschaffenheit des Bodens im Königreiche Preufsen, vom Jahre 1829.) Die Fahrt durch das Memelthal, durch welches sich der Strom schlängelt, ist angenehm; die schönen Landgüter und Waldgruppen schmücken die Gegend. Das Flutwasser steigt bei Schmaleningken 20, bei Russisch-Georgenburg $23\frac{1}{2}$ und bei der Stadt Kauen 24 Fufs hoch. Kauen war früher ein Stapel-Ort, und bis dorthin gingen früher die Bordinge und Reisekähne; jetzt nur noch $1\frac{1}{2}$ Meilen weit stromaufwärts bis zu der kleinen Stadt Poniemen-Frenzel; vorzüglich mit Salz beladen.

Von Kauen fährt man stromaufwärts bis zu der am linken Ufer liegenden kleinen Stadt Balwierczisken, 14 Meilen weit. Die Normalbreite des Stroms ist hier unterhalb 540 Fufs, oberhalb 420 Fufs; seine geringste Tiefe bei niedrigem Wasserstande nach den im Jahre 1802 am Memelstrom gesetzten

Pegeln 2 Fufs, die Geschwindigkeit $2\frac{3}{4}$ bis $3\frac{1}{2}$ Fufs; das Gefälle beträgt auf dieser Strecke 105 Fufs und das Flutwasser steigt $24\frac{1}{2}$ Fufs hoch.

Von Balwierczisken geht die Fahrt den Strom hinauf bis zu dem am rechten Ufer liegenden Städtchen Merecz, $13\frac{1}{2}$ Meilen weit; die Normalbreite des Stroms beträgt hier im Durchschnitt 420 Fufs, seine geringste Tiefe 2 Fufs, die Geschwindigkeit $3\frac{1}{2}$ Fufs und das Gefälle 92 Fufs; das Flutwasser steigt 25 Fufs hoch.

Von Merecz geht die Fahrt $6\frac{3}{4}$ Meilen weit aufwärts bis Johanniskrug, wo am linken Ufer der Memel in dieselbe der Weifse- und der Schwarze-Hanzefluſs einfällt, auf welchem und von dort den Strom abwärts Holzflöfsung getrieben wird. Die Normalbreite des Stroms ist hier 360 Fufs, die geringste Tiefe $1\frac{1}{2}$ Fufs, die Geschwindigkeit 4 Fufs; das Flutwasser steigt 25 Fufs hoch und das Gefälle auf dieser Strecke beträgt 41 Fufs 6 Zoll.

Von Johanniskrug bis zum Einfall des Lossosnaflusses, $\frac{1}{2}$ Meile weit unterhalb der auf dem rechten hohen Ufer liegenden, gut gebauten Stadt Grodno, wo früher die Grenze zwischen Neu-Ostpreufsen und Rufsland war, geht die Fahrt, ebenfalls noch mit denselben Wittinnen und kleinen Stromfahrzeugen mit flachem Boden, $6\frac{1}{4}$ Meilen weit aufwärts; die Normalbreite des Stroms ist hier 300 Fufs, die geringste Tiefe beim niedrigen Wasserstande $1\frac{1}{2}$ Fufs, die Geschwindigkeit unterhalb $4\frac{1}{2}$ und bei Lossosna 5 Fufs; das Gefälle beträgt 36 Fufs und das Flutwasser steigt $25\frac{1}{2}$ Fufs hoch.

Von der Ausmündung des Lossosnaflusses fährt man den Memelstrom aufwärts bis zum Einfluſs des Scharaflusses, welcher nun von dem Memelstrom ab einen Theil der Wasserstrafse nach dem Schwarzen Meeer bildet, 26 Meilen weit. Von diesem Punct ab bis zur Ostsee beträgt die Länge der hier beschriebenen Wasserstrafse 93 Meilen.

Der Memelstrom ist bis Kauen, wo sich der Wiliafluſs in denselben ergiefst, kein uralter Wasserlauf; denn er sucht sich hier erst noch in Beharrungsstand zu setzen, greift die 60 bis 80 Fufs hohen, im Abbruch stehenden Ufer an, und fördert viele Lagen von Steinen und Geschieben zu Tage, welche zum Theil auch schon der Schiffahrt wegen durchbrochen wurden (worüber im 2ten Capitel mehr gesagt werden wird). Von Kauen und der Ausmündung des Wiliaflusses bis zum Curischen Haf durchläuft der Memelstrom dagegen ein uraltes Stromthal, welches sich unterhalb zu einer Niederung erweitert, durch welche sich der Strom in mehreren Armen in das Haf ergiefst.

Der Scharaflufs, welcher bei dem Stapelplatz Mosty in die Memel fällt, wurde mit dem Pripiezfluſs durch den im Jahre 1799 angefangenen und 1804 vollendeten Oginskyschen Canal verbunden, und es wurde dadurch die Wasserstrafse nach dem Schwarzen Meere gebildet.

Der Oginskysche Canal zieht sich vom Scharaflufs bis zum Wygonez-See, als dem Theilungspuncte des Canalsystems, dem Flecken Telechau vorbei, bis zum Jazoldaflufs $6\frac{5}{8}$ Meilen weit hin, ist 52 Fufs breit, 6 Fufs tief, und sein Gefälle vom Scharaflufs bis zum Jazoldaflufs beträgt 52 Fufs. Dieses Gefälle ist auf 10 einfache, von Holz erbaute Schleusen vertheilt, deren Kammern 92 Fufs lang und 16 Fufs breit sind. Die Maafse der Canalfahrzeuge wurden am 10ten April 1804 höhern Orts festgesetzt, und zwar auf 77 Fufs Länge, 15 Fufs Breite und $2\frac{1}{2}$ bis 3füfsige Einsenkung.

Vom Oginskyschen Canal fährt man auf dem Pripiezfluſs, in welchen sich viele Wasserläufe ergiefsen, abwärts bis in den Dnieperstrom, welcher mehrere schiff- und flöfsbare Flüsse aufnimmt, und dann den Dnieperstrom abwärts bis zum Schwarzen Meere. Durch das Bette des Dnieper ziehen sich unterhalb Jekaterinoslaw mehrere Felsenzüge, welche der Schiffahrt gefährlich und deshalb zum Theil durchbrochen worden sind. Oberhalb ist der Dnieperstrom beim Einfall des Priepiezflusses bei gewöhnlichem mittlerem Wasserstande 3 bis 400 und unterhalb 1000 bis 1200 Fufs breit. An seiner Ausmündung ins Schwarze Meer theilt er sich in mehrere Arme. Die Wassertiefe beträgt bei mittlerem Wasserstande 4 bis 26 Fufs. Das Flutwasser steigt oberhalb 10 bis 12 und unterhalb 5 bis 6 Fufs über den niedrigsten Wasserstand hoch.

Zur Schiffahrt auf diesem Strome bedient man sich der Barken, Baidaki und Strusen verschiedener Art. Sie dürfen nicht über 100 Fufs lang und 34 Fufs breit sein. Bei hohem Wasser können sie 4 Fufs und bei kleinem Wasser 2 Fufs tief eintauchen; worüber Strom-Aufseher wachen.

Auf dem Schwarzen Meere werden Seeschiffe von verschiedener Gröfse und Bau-Art gebraucht.

Wegen der unsichern und veränderlichen Fahrbahn auf dem Dnieper sind auf den Stapelplätzen Lootsen angestellt, welche die Fahrzeuge leiten.

(Die Fortsetzung folgt.)

13.

Nachricht von der Sprengung eines unweit Hamburg in die Elbe versunkenen Schiffes.

(Mitgetheilt von Herrn Wasserbaudirector *Hübbe* daselbst.)

Im Jahre 1839 den 7. November gerieth das portugiesische Schiff Isabella II. auf einem nahe an der südlichen Seite des Fahrwassers unterhalb Schulau befindlichen Sande auf den Grund, konnte nicht sofort wieder abgebracht werden und ward, nachdem es in kurzer Zeit leck geworden und voll Wasser gelaufen war, aufgegeben.

Die Bergung derjenigen Theile des Schiffs, welche über der Wasserfläche hervorragten, ging in der gewöhnlichen Weise bald vor sich; auch wurden einige Versuche zur Hebung und Fortschaffung des Schiffkörpers von Privatpersonen angestellt; aber ohne Erfolg.

Von Seiten der Behörde wurden nun an das bei der Flut vom Wasser bedeckte und wegen der Nähe des Fahrwassers gefährliche Wrack Warnungszeichen gesetzt. Dies verhinderte indefs nicht, dafs einigemal bei Nacht und in nebligem Wetter kleine Fahrzeuge, welche den Strich des grofsen Fahrwassers nicht genau innehielten, das Wrack streiften und theils wirklich Schaden nahmen, theils doch in Gefahr geriethen.

Bedeutender ward indefs die Gefahr dadurch, dafs am 10. December 1840 ein gröfseres Schiff, die Pomona, auf das Wrack segelte und in Folge dessen verloren ging.

Das Wrack der Pomona wurde vermittels daran bei niedrigem Wasser befestigter Fahrzeuge mit der Flut gehoben und fortgeschafft; bei dem Wrack der Isabella aber, welches jetzt schon tief eingesandet war, blieben derartige Versuche fruchtlos, und die Behörde mufste sich vor der Hand darauf beschränken, ein kleines, bei Tage an der Flagge, bei Nacht an einer am Maste aufgezogenen Laterne kenntliches Signalschiff neben dem Wrack zu stationiren. Dieses Mittel durfte indefs nicht als völlig sichernd betrachtet werden: theils weil ein solches Fahrzeug die Station im Eise verlassen mufste und zuweilen

bei abwechselndem Wetter dieselbe nicht sobald wieder einzunehmen im Stande war, wenn gröfsere Schiffe schon die Fahrt im Treib-Eise unternehmen: theils auch, weil bei stürmischer Witterung lavirende Schiffe, ungeachtet der Signale, möglicherweise aus dem Fahrwasser kommen konnten und die Gefahr des Scheiterns alsdann durch das Wrack sehr vermehrt werden mufste.

Zudem verursachte das Signalschiff eine fortlaufende Ausgabe von 1000 bis 1200 Mark jährlich.

Die Schiffahrt- und Hafen-Deputation verlor aus diesen Gründen den Gegenstand nicht aus den Augen, und beschlofs, nachdem manche Verhandlungen, deren Mittheilung hier nicht von Interesse sein würde, kein Resultat geliefert hatten, am 8. Juni 1843 die Wegschaffung des Wracks durch Pulversprengung für Rechnung des Staats.

Die Anordnung der zu nehmenden Maafsregeln fiel auf diese Weise dem Verfasser dieses Aufsatzes zu, welcher zu der Leitung der Arbeit zur Stelle den Wasserbauconducteur Herrn ***Kerner*** von Cuxhaven und speciell für den pyrotechnischen Theil derselben den zur Übernahme bereiten Major der Bürger-Artillerie Herrn ***Bürmester*** von Hamburg wählte.

Die Beschreibung der angewendeten Apparate und des Fortgangs der Arbeit bis zu ihrer Vollendung wird nach Herrn ***Kerner's*** Berichte unten mitgetheilt werden; zuvor wird es zweckmäfsig sein, die Örtlichkeit, die Lage und Beschaffenheit des Wracks, so wie einige vorher angestellte Erwägungen zu beschreiben, um den Leser in den Stand zu setzen, sich die Aufgabe völlig zu vergegenwärtigen.

Beschreibung der Localität.

Wie es der Situationsplan Taf. VIII. zeigt, hat die Elbe, in der Gegend wo die Strandung Statt fand, eine Breite von mehr als einer Viertelmeile. Der Strom erhält sich in diesem breiten Bette mehrere Rinnen, von welchen die zum Fahrwasser dienende Rinne mit Tonnen und auf der Carte durch eine punctirte Linie bezeichnet ist. Zwischen diesen Rinnen erstrecken sich Ablagerungen eines feinen, sehr beweglichen Sandes, welche zwar im Grofsen und Ganzen ihre Gestalt und Lage nicht rasch und häufig ändern, die aber, sobald dem Strome an irgend einer Stelle Hindernisse entgegengesetzt werden, durch welche die Kraft seines Angriffs in der Nähe verstärkt wird, diesem nicht zu widerstehen vermögen, sondern die Bildung von Nebenrinnen, Auskolkungen und sonstigen Veränderungen des Grundes leicht gestatten.

Auf der Südseite des Fahrwassers, in einer diesem ungefähr parallelen Richtung, erstreckt sich ein schmaler Sandrücken, dessen Abhang sich an der Nordseite, da wo die Isabella auf demselben strandete, steil in die Tiefe des hart daran liegenden Fahrwassers hinabsenkt. Der höchste Theil dieses Rückens, welcher bei der niedrigsten Ebbe trocken läuft, ist auf der Carte mit der Benennung *Sandriff* bezeichnet.

Die Flut überströmt indefs diese Sände, und bei gewöhnlichem Hochwasser finden sich auf dem höchsten Theile des Sandriffes 6 bis 7 Fufs Wasser.

Der Wechsel von Flut und Ebbe gelangt in dieser Gegend zur vollen, von den Veränderungen in den oberen Elbständen fast unabhängigen Entwicklung, bei welcher, wie gewöhnlich in unmittelbarer Nachbarschaft des Meeres, nur die veränderlichen Witterungsverhältnisse die Regelmäfsigkeit des Verlaufes stören.

Das Niveau der gewöhnlichen Ebbe liegt hier ungefähr 8 Fufs unter demjenigen der gewöhnlichen Flut; westliche Winde erheben den Wasserspiegel über diese gewöhnlichen Stände; östliche lassen denselben darunter hinabsinken.

Die Stromgeschwindigkeit ist steter Ab- oder Zunahme unterworfen. Zur Zeit des höchsten und des niedrigsten Wassers, also täglich drei bis vier mal, wird sie Null, und in der Zwischenzeit erreicht sie ein Maximum, welches unter gewöhnlichen Umständen 3 bis 4 Fufs in der Secunde im Stromstriche angenommen werden kann.

Der Verkehr von Kauffahrteischiffen jeder Gröfse und Gattung ist hier, wie auf der ganzen Unter-Elbe, sehr lebhaft, und nimmt seinen Weg, wie schon erwähnt, hart an dem Sande hin, auf welchem das Wrack sich befand.

Aus dieser kurzen Beschreibung läfst sich ungefähr übersehen, dafs hier, sowohl durch die Örtlichkeit, als auch durch die zu nehmende Rücksicht auf die passirenden Schiffe, manche Bedingungen gestellt waren, die eine sorgfältige Erwägung vor dem Beginne der Arbeiten an dem Wrack erheischten; so wie auch die grofse Abhängigkeit der Operation von der Witterung, insbesondere von der Richtung und Stärke des Windes, leicht zu erachten ist, wenn man bedenkt, wie ausgedehnt die Wasserfläche ist, auf welche hier die Macht des Windes wirkt.

Vorgängige Untersuchungen, die Wegschaffung des Wracks ohne dessen Zertrümmerung betreffend.

Ehe der Beschlufs, sich zur Wegräumung des Wracks der Sprengung desselben durch Schiefspulver zu bedienen, definitiv gefafst ward, wurden

Untersuchungen angestellt, um zu ermitteln, ob sich vielleicht das Wrack, ohne es zu zertrümmern, in einem Stücke heben und aus dem Wege schaffen lassen werde.

Nachdem das Wrack selbst, dessen höchster Theil mit dem niedrigsten Wasser ungefähr in gleichem Niveau sich befand, so wie dessen nächste Umgebung, aufs genauste aufgemessen und zu Papier gebracht worden waren, ergab sich indefs, dafs es rathsam sei, von jedem Versuche, dasselbe von der Stelle, wo es lag, *im Ganzen* wegzuschaffen, zu abstrahiren.

Nicht nur fand sich das Innere des Schiffs, so weit man davon durch Sonden sich überzeugen konnte, ganz mit Sand angefüllt, sondern auch die Aufsenseite war, mit Ausnahme des vordern und des hintern Theils, fast bis zur Höhe des Bordes eingesandet; und so würde die Hervorbringung der Kraft, welche zur Hebung der Last und zur Überwindung der (in diesem Triebsande sehr bedeutenden) Adhäsion erforderlich gewesen wäre, Anstalten erfordert haben, welche in dieser Localität als nicht anwendbar erkannt werden mufsten.

Man bedient sich hier freilich zur Hebung kleinerer Lasten mit grofsem Nutzen des wechselnden Wasserstandes, indem man Fahrzeuge bei niedrigem Wasser an den zu hebenden Gegenstand befestigt, welcher dann bei steigender Flut mit jenen Fahrzeugen zugleich gehoben wird: allein, gesetzt auch, man hätte eine hinreichende Anzahl von Fahrzeugen mit dem Wrack fest genug verbinden können, und deren Gefahr bei etwa eintretendem Sturme nicht achten wollen, so setzt doch dieses Verfahren voraus, dafs entweder der gehobene Gegenstand in einer und derselben Flutzeit vom Grunde frei werde, um mit dem Hochwasser auf eine höher gelegene Stelle geführt werden zu können, oder dafs derselbe (wie z. B. bei auszuziehenden Pfählen) durch die Reibung im Grunde verhindert werde, wieder zurückzusinken, wenn bei der nächsten Ebbe die Fahrzeuge, welche die Hebung vollbrachten, sich wiederum senken.

Keine von diesen beiden Voraussetzungen fand hier Statt; denn das Wrack steckte etwa 16 Fufs tief im Sande, und die höchste Hebung durch eine und dieselbe Flut konnte nur auf einige Fufs angeschlagen werden, wenn man berücksichtigte, dafs ein ziemlich bedeutender Theil der etwa 8 Fufs betragenden Fluthöhe nur *darauf* erst wirken würde, die angebrachten Ketten straff anzuziehen und die Fahrzeuge unter das Niveau, welches sie unbelastet einnahmen, einzutauchen.

Nur in dem Falle konnte demnach auf die Hebung des Wracks im Ganzen vielleicht reflectirt werden, wenn sich ein einfaches und nicht zu kost-

spieliges Mittel ergab, die Strömung in der Nähe desselben so zu concentriren und zu leiten, dafs sie den Sand aus der nächsten Umgebung wegführen, und so nicht nur die zu hebende Last durch Beseitigung der Adhäsion wesentlich vermindern, sondern auch einen geeigneten Abhang zur allmäligen Höhersetzung des Wracks schaffen mufste. Eine hierauf gerichtete Untersuchung ergab indefs, dafs, selbst mit Anwendung grofser Kosten, eine sichere Leitung der Strömung zur Hervorbringung jener Wirkung nicht zu erreichen war. So wurde denn die Anwendung des Schiefspulvers, als die wohlfeilste und als eine sicher zum Ziele führende Methode, gewählt.

Vorbereitende Erwägungen in Betreff der Anwendung des Schiefspulvers. Taucher.

Die in England vorgekommenen Sprengungen unter Wasser sind bekanntlich meistens mit Beihülfe von Tauchern ausgeführt worden, und es war zuvörderst zu erwägen, ob in dem gegenwärtigen Falle diese Hülfe entbehrt werden könne. Die Vollkommenheit, mit welcher jetzt Tauch-Apparate verfertigt werden, die Leichtigkeit, geübte Taucher aus England zu bekommen, und die gröfsere Unabhängigkeit des Fortgangs der Arbeiten von dem Stande der Ebbe und Fluth, sprachen *für* die Benutzung von Tauchern: die mit Gewifsheit vorauszusehende Vermehrung der Kosten und die Abhängigkeit der Arbeit von fremden Leuten, welche man bei der Ausübung ihrer eigentlichen Functionen keiner Controle unterwerfen konnte, sprachen aber ***dagegen***. Das Resultat der Erwägung, nach Einziehung aller erforderlichen Nachrichten über die Kosten der Apparate, den Lohn der Taucher u. s. w., war, dafs die Arbeit ohne Zuziehung von Tauchern zu beginnen und dafs nur, falls deren Unentbehrlichkeit sich herausstelle, darauf zurückzukommen sei. Diese Entschliefsung hat sich als vollkommen angemessen bewährt, indem bei der ganzen Operation nicht ein einziger Fall von Bedeutung vorgekommen ist, wo die Hülfe von Tauchern vermifst worden wäre.

Dafs es bei grofser Wassertiefe anders gewesen sein würde, bedarf keiner besondern Nachweisung.

Sicherheit der Schiffspassage.

Die unmittelbare Nachbarschaft eines stark frequentirten Fahrwassers machte Vorsicht in Beziehung auf die vorüberfahrenden Schiffe, namentlich die kleinen Fahrzeuge, Boote u. dergl. nothwendig, und es ward deshalb, in Ermangelung vorliegender Erfahrungen, ein Sprengungsversuch an einer vom Fahrwasser entfernten Stelle bei Cuxhafen angestellt.

Ein Pulverquantum von etwa 400 Pfd., (das Maximum der anzuwendenden Ladungen) wurde in einer Wassertiefe von etwa 25 Fufs entzündet und die Wirkung der Explosion auf die Oberfläche des Wassers beobachtet. Es erfolgte die Erhebung einer glockenförmigen Wassermasse, deren Höhe 80 bis 90 Fufs und deren Basis im Durchmesser gegen 60 Fufs geschätzt ward. Nachdem dieselbe ohne Ausbreitung wieder niedergesunken war, bildeten sich 3 bis 4 ringförmige Wellen von merklicher Erhebung, und in wenigen Secunden war jede ungewöhnliche Bewegung auf der Oberfläche verschwunden. Auch die Erschütterung des Bodens war gering und ward von einigen auf den etwa 1000 Fufs entfernten Ufern stehenden Beobachtern kaum bemerkt, von andern wie eine wellenartige Schwankung empfunden. Eine der beschriebenen ähnliche Wahrnehmung wurde auch von Personen, die von dem Versuche gar keine Kunde hatten, in etwa eine Viertelmeile von der Explosion entfernt liegenden Häusern gemacht.

Um über die Gefahr für die Boote, welche etwa zufällig in der Nähe der Explosion sich befinden möchten, eine Ansicht zu gewinnen, war ein kleines Fahrzeug mit plattem Boden und etwa 3 Fufs Bordhöhe in einer Entfernung von etwa 80 Fufs von dem Centrum der Explosion verankert; einige andere Boote in gröfserer Distanz. Keins dieser kleinen Fahrzeuge erhielt Wasser über Bord, oder litt sonst eine Beschädigung.

Man konnte nach diesem Versuche wegen der entstehenden Bewegung der Oberfläche des Wassers völlig beruhigt sein. Nur darüber hatte man noch keine Erfahrungen, ob nicht einzelne Holzstücke vielleicht weiter abwärts geschleudert und so Schiffen gefährlich werden würden. Dieses Bedenken war erst durch die Arbeit an dem Wrack selbst zu beseitigen, da sich darüber nicht füglich ein Versuch anstellen liefs.

Um jeden Vorwurf eines Mangels an Vorsicht zu begegnen, ward öffentlich bekannt gemacht, dafs durch Aufziehung von Flaggen auf mehreren in gewissen Entfernungen vom Wrack liegenden Fahrzeugen kurz vor jeder Explosion die vorüberfahrenden Schiffe und kleineren Fahrzeuge gewarnt werden sollten.

Diese Anordnung ist auch stets beobachtet worden; es hat sich indefs kein Fall ereignet, dafs losgesprengte Theile des Wracks erheblich von dem Centrum der Explosion entfernt niedergefallen wären.

Spreng-Apparate.

Der eben beschriebene Versuch hatte zugleich dazu gedient, die Zweckmäfsigkeit der in Vorschlag gebrachten Apparate zu den Sprengungen unter Wasser zu prüfen und die sicherste und bequemste Entzündungsart auszumitteln.

Hinsichtlich der Apparate war man von dem Grundsatze ausgegangen, dafs vorzüglich auf vollständige Sicherheit des wirklichen Erfolgens der Explosion gesehen werden solle; weil die Durchnässung einiger Pulverladungen, oder die Nothwendigkeit, einen bereits versenkten Kasten, bei dem die Explosion versagt hatte, wieder herauszuholen und nach Beseitigung des Fehlers von Neuem zu versenken, leicht vielfach gröfsere Kosten verursachen konnten, als zur Erreichung der gröfstmöglichen Sicherheit des Erfolges auf die Vollkommenheit des Apparats zu verwenden sein mochten.

Desgleichen sollten alle Einrichtungen von der Art sein, dafs die Gefahr unfreiwilliger Entzündung thunlichst vermieden würde.

Der Apparat, welcher sich in jeder Beziehung als zweckentsprechend bewährt hat, besteht aus folgenden Haupttheilen:

1) Aus dem Kasten zur Aufnahme des Pulvers;
2) Dem Fülllochc;
3) Der Zündbüchse;
4) Der Communicationsröhre;
5) Der Zündröhre (Zündlicht).

Diese Theile sollen nun zunächst einzeln mit Bezugnahme auf die Zeichnungen (Taf. IX.) beschrieben werden.

1. Die Kasten zur Aufnahme des Pulvers. (Fig. 1. und 2.)

Dieselben waren von cubischer Form und nach Maafsgabe des aufzunehmenden Pulverquantums von verschiedener Gröfse. Die gröfsten hielten 2 Fufs Hamb. Maafs im Lichten in allen 3 Dimensionen und fafsten beinahe 400 Pfd. Pulver. Fig. 1. ist die Ansicht eines Kastens von oben; Fig. 2. ein Durchschnitt nach der Linie ***AB***, Fig. 1.

Sie wurden aus dreizölligen eichenen Bohlen verfertigt; die Seitenwände wurden mit Zinken und Falzen ineinandergefügt, und der Boden wurde mit einem $1\frac{1}{2}$ Zoll langen Falz zwischen die Seitenwände eingelassen. Alle Fugen wurden bei der Zusammensetzung mit Theer angestrichen, und dann wurde der Boden mit Holzschrauben, welche in die Seitenwände hineinreichten, fest angezogen.

Darauf wurde der Kasten im Innern mit einer Mischung von Theer und Pech ausgestrichen und der Deckel, welcher, eben so wie der Boden, mit einem $1\frac{1}{2}$ Zoll langen Falz zwischen die Seitenwände reichte, mit Holzschrauben fest angezogen, nachdem die später zu beschreibenden Vorrichtungen zum wasserdichten Verschliefsen der Öffnungen beim Füllen und Zünden an seiner Innenseite befestigt waren.

Alle Fugen und Risse im Holze wurden von Aufsen mit feiner Heede oder mit Baumwolle sorgfältig calfatert; der Kasten wurde von aufsen mit einer Mischung von Theer und Pech angestrichen, darüber eine Lage Packpapier gelegt, über dieses ein neuer Anstrich jener Mischung aufgetragen und endlich der ganze Kasten mit grober, in Theer getränkter Leinwand überzogen.

Der auf diese Weise gegen das Eindringen des Wassers gesicherte Kasten mufste aber noch gegen Beschädigungen geschützt werden, die ihm beim Transporte und beim Versenken begegnen konnten. Wegen der scharfen Kanten der Hölzer des Wracks, der vorstehenden Bolzen, des Kupferbeschlages u. s. w. war diese Vorsicht nothwendig, und es wurde derselben durch einen Überzug von rauhem $\frac{1}{4}$zölligem Holze leicht entsprochen.

Um theils den Kasten von allen Seiten fest zusammenzuziehen, theils dem explodirenden Pulver einen möglichst starken Widerstand entgegenzusetzen, kamen hierüber 6 Gänge eiserner Schraubenbänder, von 2 Zoll breit und $1\frac{1}{2}$ Zoll dick, so dafs auf jeder Seite des Kastens 4 Bänder sich kreuzten. Bei zwei Sprengungen (der zweiten und dritten) wurde, um die dadurch entstehende Verstärkung der Wirkung zu beobachten, über die Schraubenbänder noch eine Bewicklung der Kasten, (nach Art der bei Kunstfeuerwerken gebräuchlichen Kanonenschläge) von $1\frac{1}{2}$zölligem Tauwerke gemacht. Der vortheilhafte Einflufs dieses Verfahrens scheint (wie der Verfolg der Beschreibung zeigen wird) unverkennbar; indefs ist anderseits der dadurch verursachte Zeit-Aufwand bei den Vorbereitungen, so wie auch die Vermehrung der Kosten, in Betracht zu ziehen.

So vorbereitet wurde nun jeder Kasten in eine Wassertiefe von etwa 24 Fufs versenkt und es wurde, nachdem derselbe 24 bis 48 Stunden in dieser Lage geblieben war, untersucht, ob Wasser in das Innere eingedrungen sei; wovon man sich durch die sogleich zu beschreibende Öffnung des Fülllloches mittels eines kleinen trocknen Schwammes, der an der Spitze eines biegsamen Stäbchens oder Drathes befestigt war, leicht vergewissern konnte.

2. Das Fülloch. Fig. 3. 4. und 5. und Fig. 2. bei *a*.

In der Nähe einer der Ecken des Kastendeckels befindet sich die $1\frac{3}{8}$ Zoll im Durchmesser weite Öffnung zum Einschütten des Pulvers. Um diese Öffnung vollkommen wasserdicht schliefsen und sowohl bei dem Probiren des Kastens als auch sonst vorkommenden Falls dieselbe leicht und ohne Beschädigung des Kastens wieder öffnen zu können, ist derselben folgende Einrichtung gegeben worden.

Vor dem Aufbringen des Deckels ward an dessen untere Seite die Messingplatte *c c*, $\frac{1}{2}$ Zoll dick und $3\frac{3}{8}$ Zoll im Durchmesser haltend, mit der daran gelötheten, 3 Zoll langen, genau in die Öffnung passenden Röhre *d, d* mittels der beiden Holzschrauben *e, e* dergestalt befestigt, dafs die drei an dieser Platte befindlichen, nach unten dicht verlötheten Kapseln *f, f, f*, mit Schraubengängen in ihrem Innern, auf die durch den Deckel gebohrte Löcher zur Aufnahme der Zugschrauben *g, g, g* pafsten.

Eine andere Platte *h, h* von derselben Gröfse, aber ohne angelöthete Röhre und Kapseln, blofs mit 3 Löchern zum Durchstecken der Schrauben *g, g, g*, ward nach Befestigung des Deckels auf die Öffnung gelegt, und dann wurden beide Platten mittels der erwähnten Schrauben *g, g, g* fest angezogen.

Zu bemerken ist noch, dafs die Platten nicht unmittelbar auf das Holz des Deckels zu liegen kamen, sondern dafs mit aufgelösetem Gummi getränkte Lederplatten, oder auch Gummiplatten, dazwischengelegt wurden; auch sind ringförmige Rillen in die Messingplatten und in die Oberfläche des Kastens gemacht (vergl. Fig. 4. und 5.), in welche diese elastischen Zwischenlagen sich beim Anziehen der Schrauben dicht hineinpressen konnten.

Die Gummiplatten sind den Lederplatten hinsichtlich der Dichtigkeit vorzuziehen.

Fig. 4. stellt die obere Ansicht der untern Platte, Fig. 5. die untere Ansicht der obern Platte vor.

Nachdem die obere Platte aufgeschraubt war, wurde sie mit Fett sorgfältig verstrichen.

3. Die Zündbüchse. Fig. 6. 7. und 8. und Fig. 2. bei *b*.

In der Mitte des Deckels ist die Öffnung der ***mit dem innern Raume des Kastens nicht in offener Verbindung stehenden*** Zündbüchse angebracht. Es ist nemlich gut, den Zündfaden nicht in die grofse Pulverladung selbst hineinreichen, sondern denselben in einer, für sich abgeschlossenen Kapsel von dünnem Messingblech endigen zu lassen, welche sich im Mittelpuncte des Kastens

befindet und $2\frac{1}{2}$ Zoll hoch, 2 Zoll im Durchmesser weit sein kann. Dieses Verfahren hat mehrere Vortheile: einmal die Vermehrung der Sicherheit beim Füllen des Kastens, indem letzterer so lange aufser aller Verbindung mit den sonstigen Apparaten bleibt, bis zu seiner Einsenkung geschritten werden soll: zweitens, die Bewahrung der gröfseren Pulvermasse gegen Durchnässung, falls vor der Explosion die Leitung irgendwo beschädigt wird und Wasser einläfst: drittens, dafs die Entzündung, von dem Mittelpunct des Kastens ausgehend, sich gleichmäfsig der *ganzen* Ladung mittheilt.

Auch hier sind die Kosten des bessern Apparats äufserst geringfügig gegen den Werth der dadurch erlangten Vortheile.

Die Art der Anbringung der Zündbüchse an den Deckel und die Verdichtung der Öffnung ist der bei dem Fülloche beschriebenen in allen Stücken ähnlich und aus den Figuren 6. 7. und 8. zu ersehen, Fig. 6. ist die Seiten-Ansicht der an die untere Platte angelötheten Büchse, nebst der obern Platte und den Zugschrauben.

Fig. 7. ist die obere Ansicht der untern Platte; Fig. 8. die untere Ansicht der obern Platte. Es mag noch darauf aufmerksam gemacht werden, dafs die untere Seite der Köpfe der Zugschrauben etwas hohl auszudrehen und unter dieselben ebenfalls kleine Leder- oder Gummiplatten zu legen sich zweckmäfsig gezeigt hat.

Nachdem der Kasten gefüllt, das Füllloch auf die oben beschriebene Weise geschlossen und übrigens Alles zum Einsenken fertig ist, wird in die noch offene Röhre *k, k* (Fig. 2. und Fig. 6.) ein dünnes, etwa 2 Zoll längeres Blechrohr gesteckt, welches einen, unten daraus hervorragenden Zündfaden (Ludelfaden) umschliefst. Dieses Blechrohr reicht wegen seiner gröfsern Länge, nachdem es auf den Boden der Zündbüchse gestellt ist, oben einige Zolle hervor und gestattet wegen seines kleineren Durchmessers das zur Füllung der Zündbüchse bestimmte Pulver (feines Jagdpulver) ohne Schwierigkeit einzuschütten. Hierauf läfst sich leicht die obere Deckplatte (*l, l,* Fig. 6.), an welche die den Zündfaden enthaltende, sogleich zu beschreibende Communications-Röhre gelöthet ist, aufsetzen und mittels der Zugschrauben befestigen.

Ohne ein solchergestalt eingebrachtes Blechrohr ist es mühsam und erfordert einen ziemlichen Zeit-Aufwand, den Hauptzündfaden bis in das Innere der Zündbüchse sicher und unbeschädigt zu bringen und mit Pulver zu umschütten.

Noch ist zu bemerken, dafs die Deckplatte *l, l,* bei der oben erwähnten *vorgängigen Prüfung* der Wasserdichtigkeit des Kastens, noch nicht mit der

Communicationsröhre in Verbindung zu sein braucht, sondern auf angemessene Art mit einem Stöpsel verschlossen sein kann. Auf letztere Art ist hier verfahren worden.

Die Leitung oder Communicationsröhre.

Um den Zündfaden bis über die Wasserfläche hinaufführen und an einen zur Anzündung bequemen Punct befestigen zu können, sind dünne, gezogene Bleiröhren (wie sie zu Wasser- und Gasleitungen im Innern der Häuser angewendet werden) gebraucht worden. Sie sind unter dem Namen ***Composition-Gas-Pipes*** bekannt. Sie haben etwa $\frac{3}{8}$ Zoll im Durchmesser und werden aus Stücken von 20 bis 30 Fufs lang zusammengesetzt, je nachdem es die Wassertiefe und die Entfernung des Befestigungspunctes erfordert. Auf gröfsere Längen wird das Einziehen des Zündfadens immer schwieriger. Wegen ihrer Biegsamkeit, die es gestattet, sie beim Transporte wie Taue aufzurollen und erst beim Versenken abzuwickeln, sind sie zu diesem Gebrauche äufserst bequem; doch mufs man sich vorher mittels einer Druckpumpe von ihrer Dichtigkeit überzeugen, da sie zuweilen kleine Löcher haben, welche das Wasser durchlassen, die aber, wenn sie aufgefunden sind, leicht zugelöthet werden können.

Die Zusammensetzung mehrerer Röhrenstücke geschieht mittels zweier an die Enden angelötheter Platten, zwischen welche eine Bleiplatte gelegt wird, und die mittels zweier Schrauben fest zusammengezogen werden und so einen vollkommnen wasserdichten Schlufs geben. Fig. 9. und 10. zeigt diese Zusammensetzung von der Seite und in der obern Ansicht.

Durch diese Röhre geht der oben erwähnte Zünd- oder Ludelfaden. Er ist ein baumwollener Faden, in einen Brei von Mehlpulver, Branntwein und Gummiwasser getaucht.

5. Die Zündröhre.

Um den Zündfaden in Brand zu setzen, und dabei Zeit genug zu behalten, sich zurückzuziehen, wurden Zündröhren am obern Ende der Communicationsröhre angebracht. Zu diesen Zünd- oder Brandröhren bediente man sich der zur Abfeurung von Geschützen gebräuchlichen Zündlichte (einer Mischung von Salpeter, Schwefel und Antimonium), welche auch an dem untern Ende abgeschnitten waren, um, der gröfseren Gewifsheit der Zündung wegen, *zwei* Anzündungs-Enden zu haben. In der Mitte eines solchen Zündlichts wurde die Papierhülse theilweise behutsam abgelöset und die dadurch entblöfste Stelle des Satzes auf das Ende der Leitungsröhre befestigt, die zu dem Ende

etwas aufgeschnitten wurde, um das Zündlicht in horizontaler Lage dazwischen einzuklemmen. Endlich wurde noch die Verbindung beider Theile sorgfältig bewickelt, um jede vorzeitige Entzündung der Leitung beim Anbrennen des Zündlichts unmöglich zu machen. Die Zeit zwischen dem Anbrennen und der Explosion war zu 4 Minuten bestimmt, und es wurde darnach die Länge der Zündlichte eingerichtet, welche stets an beiden Enden angezündet wurden.

Diese Art der Entzündung ist höchst bequem, wo man die Leitung zu einem nicht zu entfernten festen Puncte führen kann; doch versteht es sich, dafs bei der Anfertigung der Zündlichter die gehörige Sorgfalt angewendet werden mufs, damit nicht das den Feuerwerkern wohlbekannte „Durchschlagen" stattfinde. Es wird ohnehin Niemand eine derartige Arbeit ohne Zuziehung eines erfahrnen Feuerwerkers unternehmen.

Die so eben beschriebenen Apparate wurden bei den damit angestellten Proben den Anforderungen der Sicherheit und der möglichsten Einfachheit entsprechend befunden, und es wurde nun beschlossen, sie bei den bevorstehenden Operationen anzuwenden. Es waren noch zwei andere Arten der Abfeuerung der Kasten vorgeschlagen worden: nemlich durch Galvanismus, und nach dem Princip von *Kallerström's* Schlagröhren mit einer Zugleine. Die letztere Art erwies sich auf den der Wellenbewegung und Strömung ausgesetzten Gewässern nicht als zweckmäfsig; die erstere gab zwar bei den damit angestellten Versuchen die erwünschten Resultate einer schnellen und gefahrlosen Entzündung, doch waren die Vorkehrungen complicirter und schwieriger, als bei dem unmittelbaren Anzünden durch das vorhin beschriebene Zündlicht, indem die Drähte bis zu einem Puncte geleitet werden müssen, wo das Boot mit dem Abfeuernden während der Explosion verweilen kann; das gewählte Verfahren hat in allen Fällen sich als zweckmäfsig bewährt.

Es ist nun noch übrig, den Gang der Arbeit an dem Wrack selbst kurz zu beschreiben; was am besten durch folgenden Auszug aus dem nach Beendigung der Arbeit eingegangenen amtlichen Berichte geschehen dürfte.

Auszug aus dem Berichte des Hrn. Wasserbauconducteur Kerner.

Nachdem am 9. September die Ausrüstung des Ewers, der als Stationsfahrzeug bei der Sprengung gebraucht werden sollte, zu Cuxhaven vollendet war, segelte dasselbe nach Hamburg, um noch etliches Geräth einzunehmen, und ging dann am 12. September neben dem Wrack vor Anker. Die Be-

satzung des Ewers bestand, aufser dem Schiffer, seinem Knechte und dem Kajütenjungen, aus 5 Arbeitsleuten und einem Vormann. Diese Leute waren im Vordertheil einquartirt; der mittlere Raum diente zum Magazin und zur Werkstatt, und die Cajüte zur Wohnung des genannten, die Arbeit leitenden Wasserbaubeamten.

Zuerst ward die Lage des Wracks von Neuem genau untersucht und so, wie sie in den Figuren 12. 13. und 14. auf Taf. X. vorgestellt ist, befunden. Fig. 12. zeigt das Wrack von der Seite, Fig. 13. von oben, und Fig. 14. im Querdurchschnitt.

Sodann wurde aus einer Anzahl tannener Spieren, mit eisernen Schuhen, die statt der Spitzen starke Holzschrauben hatten (Taf. X. Fig. 11.), eine über die Fluthöhe hervorragende Baak (pyramidalische Holzverbindung) auf jedem Ende des Wracks errichtet. Diese Baaken dienten theils zur sichern und deutlichen Bezeichnung des Wracks bei allen Wasserständen, theils zu Befestigungspuncten für die obern Enden der Communicationsröhren.

Am 14. September war Alles zur ersten Sprengung vorbereitet und es wurde zu dem Ende ein Kasten von der oben beschriebenen Construction mit etwa 380 Pfd. Pulver gefüllt und am hintern Ende des Wracks dicht an dessen Aufsenseite versenkt. Der das Innere ausfüllende Sand hinderte, die ersten Kasten innerhalb des Wracks anzubringen. Fig. 15. zeigt bei *a* die Stelle, an welcher der Kasten sich befand, und *abcd* die Ausdehnung der durch dessen Abfeuerung verursachten Zerstörung.

Die Versenkung geschah auf folgende Weise.

Der Stations-Ewer legte sich an der angewiesenen Stelle dicht neben das Wrack, wo er wegen des starken Stroms und des heftigen Ostwindes an vier Anker befestigt werden mufste, um seinen Platz zu behaupten.

Alsdann wurden zwei Spieren, welche sich an den Bord des Ewers anlehnten, so gestellt, dafs sie mit dem untern Ende an der Stelle des Grundes standen, wo der Kasten placirt werden sollte. Über diese Spieren fafsten zwei an dem Kasten befindliche Taustroppen so, dafs der mit 200 bis 300 Pfd. Ballast beschwerte Kasten, als die Taue, in welche er am Maste des Ewers hing, nachgelassen wurden, rasch längs den Spieren durch die starke Strömung hinabglitt, ohne aus der bestimmten Richtung zu kommen. Die aufgerollt gehaltene Leitungsröhre ward bei dem Herabsinken des Kastens gleichmäfsig abgewickelt und dann an die Baake festgebunden.

Sodann geschah, nachdem der Ewer die Anker geschlippt und weggelegt hatte, die Anzündung, auf welche die Explosion nach Verlauf einiger Minuten

erfolgte, und dieselben Erscheinungen zeigte, welche bereits bei dem ersten Versuche in Cuxhafen beobachtet waren; nur mit dem Unterschiede, dafs jetzt auch Stücke abgesprengten Holzes mit der Wassermasse gehoben wurden, deren Ausdehnung in Höhe und Umfang übrigens der oben angegebenen gleich kam.

Die unmittelbar darauf geschehene Untersuchung zeigte, dafs der ganze Hintertheil des Wracks zerstört war, und es kam nun zunächst darauf an, sowohl die abgesprengten und zu Boden gesunkenen, als die nur zum Theil gelöseten, noch mit dem Wrack zusammenhängenden Hölzer wegzuschaffen.

Alles, was schwimmend oder sonst leicht zu erlangen war, wurde durch die, auch in der Folge nach jeder Sprengung in kleinen Fahrzeugen sich einfindenden Uferbewohner, denen man es gern überliefs, sofort beseitigt, und das Übrige mit Grundzangen, sogenannten Teufelsklauen und ähnlichen bekannten Werkzeugen in den folgenden Tagen aus dem Grunde heraufgeholt. Dazu gehörten namentlich alle gröfsern Hölzer, indem das Wrack seinen Haupttheilen nach aus dem harten Brasilholze (Teak-wood) bestand, welches im Wasser zu Boden sinkt.

Hierauf ward statt der mit dem Hintertheil zerstörten, eine neue Baake, zum Theil aus denselben Hölzern, auf dem Ende des noch vorhandenen Theils des Wracks errichtet.

Am 19. September war die zweite Sprengung vorbereitet; sie geschah an der in Fig. 16. bezeichneten Stelle *a*, aufsen neben der Backbordseite des Wracks, und ging ganz in derselben Art wie die erste von Statten.

Der Umfang ihrer Wirkung ist aus der Figur bei *abcde* zu ersehen, und durch die gänzliche Zertrümmerung dieses Theils senkte sich der vordere Theil des Wracks um beinahe 5 Fufs. (Fig. 17. bei *ab*.)

Es war nunmehr dem Strome ein Durchgang durch das Innere des Wracks verschafft, so dafs man hoffen konnte, dasselbe mehr vom Sande befreit zu sehen.

Leider trat aber eine Zeitlang sehr stürmische Witterung ein, welche das Herausschaffen des gelöseten Holzes sehr erschwerte, ja selbst mehrere Tage lang die Arbeit unterbrach.

Erst am 11. October konnte die dritte Sprengung erfolgen; sie fand am hintern Ende der Steuerbordseite Statt und zerstörte den in Fig. 18. mit *abcd* bezeichneten Theil des Wracks.

Noch an demselben Tage ward die Witterung wieder sehr unruhig, und der Sturm nöthigte sogar am 12. October den Ewer, seine Station zu verlassen und nach Blankenese hinaufzusegeln.

Der Strom spühlte indefs den Sand immer mehr aus dem Wrack heraus, auch kam man seiner Wirkung durch Baggern und Aufrühren zu Hülfe, und am 23. October konnte zur vierten Sprengung ein Kasten in der Mitte des Wracks versenkt werden. Die Explosion desselben schlug ein etwa 24 Fufs langes Loch an der in Fig. 19. bezeichneten Stelle *abc*.

Von dieser Zeit an wurde die Arbeit ungemein beschwerlich, durch die bei fortdauernd ungünstiger Witterung eintretende Kälte; indefs ward dieselbe eifrigst, auch während der Nächte, wenn günstige Ebbezeiten alsdann eintraten, fortgesetzt.

Über die fünfte, am 1. November vorgenommene Sprengung bemerkt der Bericht-Erstatter Folgendes:

„Am 1. November sollte mit zwei Kasten zugleich gesprengt werden, von welchen der eine mit 150 Pfd. Pulver an der Stelle, wo die Wirkung der frühern Sprengung aufgehört hatte, angebracht ward. Durch ein Versehen konnte indefs nur dieser eine Kasten benutzt werden. Da er dieselbe Holzstärke hatte wie die früheren, auch mit eben so starkem Eisen umgeben war, so mufste sein Widerstand gegen das Zertrümmern natürlich stärker sein. Ich erwähne solches, weil wir bei dieser Sprengung, obwohl der Kasten sich 16 Fufs unter der Oberfläche des Wassers befand, zuerst eine starke Detonation, Pulverdampf und eine merkliche Wellenbewegung auf gröfsere Entfernung bemerkten, wovon bei den früheren Sprengungen bedeutend gröfserer Quantitäten Pulver nichts zu fühlen war, obgleich sich der Ewer selten weiter als 200 bis 300 Fufs vom Wrack entfernte."

„Obgleich es diesmal schon dunkel geworden war, so zeigte sich doch bei der Explosion keine Licht-Erscheinung."

Die Wirkung dieser Sprengung war gröfser als man nach den frühern Erfahrungen hatte erwarten können; sie ist aus Fig. 20. bei *abc* zu ersehen.

Die Witterung wurde nun ungemein günstig, und schon am 4. November konnte die sechste Sprengung, mit zwei gleichzeitig explodirenden Kasten, jeder von 150 Pfd. Pulver, ausgeführt werden. Einer der Kasten stand innen, der andere in einiger Entfernung davon aufsen, neben dem mittleren Theile des Wracks. Beide Communicationsröhren wurden oben mit einer einzigen Brandröhre vereinigt und, obwohl erstere von ungleicher Länge war, erfolgte doch die Explosion beider Kasten genau gleichzeitig. Der letzte Rest der Steuerbordseite, Fig. 21. *abcd*, wurde durch dieselbe gänzlich zerstört, so dafs jetzt nur noch der Vordersteven und der Bug des Schiffes übrig blieb.

In der folgenden Woche wurde, mit kurzer Unterbrechung durch stürmisches Wetter, am Herausschaffen der gelöseten Hölzer und an der Reinigung des Grundes gearbeitet; wobei man mehreremale mit gutem Erfolge die Heraushebung gröfserer Stücke durch die Flut bewirkte, indem man bei der Ebbe den Stations-Ewer mit starken Ketten daran befestigte. Es ist bei einer solchen Operation nur die Vorsicht unerläfslich, dafs man das eine Ketten-Ende über Wasser mit ***Tauwerk*** befestigt, um dies Tauwerk im Nothfalle kappen zu können, weil sonst, wenn der Widerstand im Grunde stärker ist als die Tragfähigkeit des hebenden Fahrzeuges, dieses sich mit Wasser füllen würde.

Der 15. November war zur siebenten und, wie man hoffte, letzten Sprengung bestimmt.

Ein Kasten mit 400 Pfd. Pulver sollte gerade unter den Vordersteven gesetzt werden; ein zweiter, mit 150 Pfd. Pulver, auf die Steuerbordseite, da wo die Wirkung der frühern Sprengung aufgehört hatte, und ein dritter mit 230 Pfd. Pulver auf die Backbordseite.

Durch die an diesem Tage herrschende völlige Windstille ward das Transportfahrzeug, mit welchem das Pulver zu den Sprengungen von Hamburg herbeigeführt ward, (denn es war nie ein Pulvervorrath auf der Station) aufgehalten; und dies war die Ursache, dafs die Füllung und Versenkung der Kasten eiliger als sonst betrieben werden mufste, und erst gegen Abend beendigt wurde.

Die Abfeuerung wurde indefs noch bewerkstelligt; aber nur der gröfste und der kleinste Kasten explodirten; der dritte Kasten war zur Seite geworfen und zerdrückt worden, ohne zu explodiren.

Die Vermuthung, dafs bei dem etwas eiligen Senken Wasser in die Zündröhre gedrungen und der Zündfaden durchnäfst sei, fand sich bei der Untersuchung bestätigt.

Der Erfolg dieser Sprengung war demungeachtet befriedigend. Man fand den Vordertheil Fig. 21. *efgh* gänzlich zerstört, und beim Aufräumen der Hölzer kam unter andern der ganze Vordersteven mit dem untern Zapfen zu Tage. Ebenso war früher der Stumpf eines Mastes mit dem Zapfen und anderes zu den unteren Theilen des Wracks gehörendes Holzwerk herausgehoben worden.

Die Reinigung des Grundes, welche nun nochmals über die ganze Fläche, die das Wrack eingenommen hatte, ausgedehnt ward, währte bis zum 23. Nov. An diesem Tage wurde die Arbeit von dem Verfasser Dieses revidirt. Die

Untersuchung geschah, indem zuerst mit Sondirstangen die ganze Gegend, wo sich das Wrack befunden hatte, durchgefühlt wurde. Nachdem dabei kein Holz aufgefunden war, wurden sogenannte ***Packdrachen***, d. h. kleine Anker mit vier scharfgespitzten Armen, an Leinen von der Chaloupe ausgeworfen, und dann wurde kreuz und quer über die fragliche Gegend hingerudert, wobei die Packdrachen am Grunde nachschleppten.

Auf diese Weise fand man an zwei Stellen, seitwärts von dem Platze, den das Wrack eingenommen hatte, noch Holzwerk. Die eine Stelle erwies sich sogleich als ein kleines abgesprengtes Stück, die andere aber konnte durch Zangen und Flaschenzüge nicht beseitigt werden und schien aus mehreren zusammenhängenden, in schräger Lage eingesandeten Bohlen zu bestehen. Um dieselben auf dem kürzesten Wege wegzuschaffen, ward beschlossen, noch eine Sprengung mit 100 Pfd. Pulver zu machen.

Diese hatte den gewünschten Erfolg, indem nach derselben die erwähnten Holzstücke leicht herausgewunden werden konnten. Die Figuren 22. und 23. stellen die ebene und gefahrlose Beschaffenheit des Grundes zufolge der am Schlusse der Arbeit geschehenen Sondirung vor.

Die Aufgabe, den die Schiffahrt gefährdenden Gegenstand wegzuschaffen, war nunmehr als erfüllt anzusehen; indefs hielt der Verfasser dieses Aufsatzes es für angemessen, eine nochmalige Revision des Grundes bis zum nächsten Frühlinge vorzubehalten, um abzuwarten, ob im Verlaufe des Winters durch Strom oder Eisgang vielleicht noch bisher unbemerkt gebliebene Theile des Wracks zum Vorschein kommen würden, und die obere Behörde billigte den desfallsigen Vorschlag durch einstweilige Beibehaltung des Extra-Leuchtschiffes. Diese Vorsichtsmaafsregel schlofs indefs die verdiente Anerkennung der umsichtigen und eifrigen Betreibung der, zumal in so später und stürmischer Jahreszeit, schwierigen und jetzt mit der gröfsten Wahrscheinlichkeit für beendigt anzusehenden Arbeit keinesweges aus, welche dem Herrn Wasserbau-Conducteur ***Kerner***, so wie dem Herrn Major ***Burmester*** gern ertheilt ward.

Hamburg, 1843.

Nachträgliche Bemerkung. Die am Schlusse des vorstehenden Aufsatzes erwähnte Revision des Grundes hat im Mai 1844 stattgefunden, und da keine Spuren des Wracks mehr zu finden waren, so ist das Signalschiff eingezogen worden.

Hamburg, im Juli 1844.

14.

Beschreibung des ersten Theils der Long-Island Eisenbahn auf der Insel gleiches Namens im Staate New-York in Nord-Amerika.

Nebst

der Berechnung der Kosten einiger anderen Amerikanischen Eisenbahnen.

(Vom Königlich-Preufsischen Lieutenant Hrn. *Schramke*, Architekten zu New-York.)

[Die hier folgende nähere technische Beschreibung einer der Amerikanischen Eisenbahnen enthält gar Manches, was auch bei den Eisenbahnen in Europa und in Deutschland zu berücksichtigen sein dürfte.

Die Querhölzer unter den Schienen, wie bei der hier beschriebenen Eisenbahn, durch Längsschwellen aus doppelt über einander, die Fugen deckend gelegten Bohlen zu unterstützen, scheint dem Herausgeber dieses Journals sehr angemessen; denn die schwachen Stellen der Bahn, deren eine bei jedem Stofs der Schienen Statt findet, werden auf diese Weise fast ganz weggeschafft, und die Bahn bekommt eine *gleichmäfsige* Stärke. Etwas mehr kostet diese Construction freilich, als die Unterstützung der Schienen blofs durch Querhölzer, aber nicht viel, da die Querhölzer, wenn man sie auf solche Längsschwellen legt, auch sehr wohl schwächer als gewöhnlich sein können, und selbst 4 bis 5 Zoll hohe, 10 bis 11 Zoll breite Hölzer dazu hinreichend sein werden. Die geringen Mehrkosten aber würden wahrscheinlich durch Vermeidung der Reparaturen, die wegen der schwachen Stellen immerfort wiederkehren können, wieder eingebracht werden, während zugleich die aus den schwachen Stellen entstehende geringere oder gröfsere Gefährlichkeit der Bahn gehoben wird; auch dieselbe weniger holprig werden kann.

Die eigenthümliche Form der Seitengräben, im Querschnitt unten spitz zulaufend, dürfte ebenfalls ganz zweckmäfsig sein, weil das Wasser in solchen Gräben, besonders dann besser als in Gräben mit platter Sohle abfliefsen wird, wenn nicht viel Wasser vorhanden ist; so dafs also die Gräben mit weniger

Gefälle als sonst noch wirksam sein werden; was oft sehr nützlich ist. Sodann dürfte zu beherzigen sein, was die Abhandlung über die Befestigung der Böschungen der Graben bemerkt.

Die Form und die Art der Befestigung der Schienen scheint dem Herausgeber freilich nicht die bessere zu sein, sondern die Befestigung der Schienen vermittels Stühle, welche durch kleine, durch die Querhölzer hindurchreichende Schraubenbolzen, unten mit einem Kopf, oben mit einer Schraubenmutter, festgehalten werden, scheinen ihm den Vorzug zu haben. Auch dort scheint die Erfahrung zu ergeben, dafs Schraubenbolzen zur Befestigung der Schienen, auf diese oder jene Weise, immer besser sind als jede Art von Nägeln.

Besonders dürfte zu berücksichtigen sein, was die Abhandlung über den Fall bemerkt, wenn eine Eisenbahn vom Anfang an *nur eines* Schienenpaares bedarf. Der Herausgeber dieses Journals würde freilich nicht rathen, für den Anfang nur zu dem schmaleren Damm für *ein* Schienenpaar den Grund und Boden zu erwerben, und dann erst später, wenn ein zweites Schienenpaar nöthig wird, den zu der Verbreitung des Dammes nöthigen Grund und Boden hinzuzukaufen. Diese spätere Erwerbung möchte wohl gewöhnlich bei weitem theurer sein, als wenn man sie sogleich im Anfange macht. Aber es dürfte häufig an den ersten Anlagekosten, so wie an Zeit, ein *sehr Bedeutendes* erspart werden können, wenn man, nachdem man das nöthige Terrain zu einem für *zwei* Schienenpaare nöthigen Damm gleich anfangs gekauft hat, auf demselben nicht sogleich den Damm für zwei Schienenpaare einrichtete, sondern anfangs allen Aufschüttungen und den Einschnitten, so wie den Brücken, nur die für ein Schienenpaar nöthige Breite gäbe, mit Ausnahme blofs der Ausweichestellen, wo wenigstens zwei Schienenpaare neben einander nöthig sind. Die Aufschüttungen und die Einschnitte späterhin, wenn ein zweites Schienenpaar nothwendig wird, zu verbreiten, hat gar keine Schwierigkeit; im Gegentheil wird die Verbreitung des Damms und der Einschnitte, weil nun die Erde zum Theil auf der Eisenbahn selbst transportirt werden kann, weniger Geld und Zeit kosten, als wenn man die Verbreitung des Dammes gleich anfangs macht. Auch die spätere Verbreitung der Brücken hat keine Schwierigkeit.

Noch manches Andere zu Berücksichtigende wird man in der Abhandlung ohne besondere Hinweisung darauf bemerken. Daher hält der Herausgeber die hier folgende Abhandlung für sehr nützlich und sagt dem Herrn Verfasser dafür hier noch besonders seinen Dank. D. H.]

---

1. Die Jamaica Eisenbahn und die Long-Island Eisenbahn (Man sehe die diesem Heft beigefügte kleine Carte Taf. XI.) bilden zwar zusammen eine und dieselbe Strafsenlinie, aber sie gehören verschiedenen Gesellschaften an. Die Jamaica Eisenbahn ist der Theil dieser Linie von der Stadt Brooklyn, oder eigentlich von der dortigen Süd-Fähre (South Ferry) bis zum Dorfe Jamaica. Die Long-Island Bahn erstreckt sich von Jamaica bis zum östlichen Ende der Insel. Die Long-Island Eisenbahn-Gesellschaft wurde durch ihre Verbriefung (charter) ermächtigt, eine Bahn von Brooklyn bis Green-Port zu bauen. Da indessen das zu der Bahn günstigste Land im Jamaica-Bezirk bereits von der Jamaica-Bahn in Anspruch genommen war, so kam man überein, die Jamaica-Bahn an die andere Gesellschaft auf 40 Jahre für 9 pro cent der Erbauungs- und Einrichtungskosten pachtweise zu überlassen. Die Long-Island Eisenbahn beginnt also jetzt in Jamaica, und es erstreckt sich von da ihr erster, jetzt fahrbarer Theil, welcher hier beschrieben werden soll, bis Hicksville, Jericho gegenüber.

Die Jamaica Eisenbahn von der Südfähre in Brooklyn bis Jamaica ist 4628 Ruthen lang. [10,83 miles. Die fremden Maafse, Gewichte und Geld sind, wie stets in diesem Journal, auf Preufsische reducirt. D. H.] Die Biegung, welche sie in Jamaica mit der Long-Island Bahn verbindet, hat 464 Ruthen Halbmesser und ist etwa 89 Ruthen lang. Die ganze übrige Linie der Long-Island Eisenbahn ist *gerade*, und noch 6465 R. lang, so dafs also die ganze Long-Island Eisenbahn 6554 R. lang ist. Die Zeichnung (Fig. *A.* Taf. XII.) zeigt die verschiedenen *Gefälle* der Bahn.

2. ***Breite der Bahn.*** Der Damm ist, für zwei Schienenpaare, 27 F. 2 Z. in der Krone breit gemacht; sowohl in den Einschnitten, als in den Aufschüttungen. Die ausgegrabene Erde ist Sand und Kies. Der Sand ist zum Theil rein, meistens aber gemischt.

In einem der Einschnitte bei Hicksville fanden sich Adern von Thon-Erde, welche sich quer durch den Damm zogen. Lagen sie in dem Boden des Einschnitts, so wurden sie 1½ Fufs tief ausgehoben und es wurde statt ihrer Kies eingeschüttet. Eben das that man an den Enden der Einschnitte, wo dieselben die Bodenfläche erreichten. Das Land, durch welches diese ganze Eisenbahnstrecke sich hinzieht, ist Kies, in welchen das Wasser sehr leicht versiegt. Die Landfläche hat zahlreiche Vertiefungen in der Richtung der Ebbe und Flut; aber das Wasser verliert sich so leicht in den Boden,

dafs wenig in diesen Vertiefungen abfliefst, der Rasen nicht aufgerissen wird und weder Wasserläufe noch Hohlwege sichtbar sind. Diese Beschaffenheit des Landes war sehr vortheilhaft für die Trockenheit der Eisenbahn. Man machte stellenweise Gruben in den Einschnitten, in welche man die Wasser-Abzüge hineinleitete. Das im Frühling durch das Schmelzen des Schnees sich häufende Wasser zieht sich in diese Gruben und versiegt darin leicht und schnell. Es häuft sich in den Gruben nicht an, und fliefst nicht über. Der Boden der Gruben erreicht nicht das Wasserbett, welches sich augenscheinlich von der hügeligen Seite des Landes nach dem Meere hin erstreckt und aus welchem die Bewohner der Insel ihren Bedarf an süfsem Wasser durch Brunnen entnehmen. Dieses Wasserbett liegt bei Jamaica etwa 27 F. tief unter der Eisenbahnkrone, und da diese dort gegen 6 Fufs tief eingegraben ist, so liegt das Wasserbett daselbst 33 Fufs tief unter der Oberfläche des Landes. Der obere Rand des Brunnens in Jamaica liegt ungefähr $43\frac{3}{4}$ F. über der Meeresflut in Brooklyn, der Wasserspiegel im Brunnen etwa $16\frac{1}{2}$ Fufs hoch darüber. Der Brunnen in Hicksville ist 70 F. tief; sein Rand liegt etwa 143 F. hoch über dem Meer, also der Wasserspiegel in dem Brunnen 73 F. hoch über dem Meere. Der Brunnen in Jamaica ist von dem Salzwasser des Meeres nur 1282 Ruthen entfernt, der Brunnen in Hicksville etwa $2\frac{1}{4}$ Meilen. Demnach hat das Grundwasser, welches sich durch den Kiesboden nach dem Meere hinzieht, auf 100 Ruthen etwa 21 Zoll Gefälle.

3. ***Böschungen.*** Die Böschungen der Einschnitte und Aufschüttungen sind $1\frac{1}{2}$füfsig; was in Sandboden wohl das geringste ist. In einem 40 Fufs tiefen Einschnitt der Eisenbahn zwischen Boston und Providence hat man die ***natürliche*** Böschung des Sandes zu ermitteln gesucht. Der Kies war dort sehr lose und konnte ohne alles Picken, Hacken und Aufhauen gegraben werden. Er rollte beim Fortsetzen des Ausgrabens frei herunter zu den Füfsen der Arbeiter, und es bildeten sich so, mit einem kleinen Absatze an der Oberfläche des Landes oder an der Krone des Einschnitts, die natürlichen Böschungen. Man maafs sie mit einer Wage, ehe sie bedeckt oder sonst berührt waren, und nachdem 8 Tage lang die Juni-Sonne sie beschienen und gänzlich ausgetrocknet hatte, also die Erdtheilchen ganz in ihre natürliche Lage gekommen waren. Diese Böschungen waren nur wenig flacher als $1\frac{1}{2}$füfsig. Bei einem andern, im Journal des Franklin-Instituts zu Philadelphia beschriebenen Versuch mit durch Röhren fliefsendem oder rollendem Sande fanden sich 30 bis 35 Grade für die natürliche Böschung des Sandes, also etwa eine 2füfsige Böschung. Wahr-

scheinlich war aber bei diesem Versuche der Sand feiner und trockner als der Kies in Gruben; oder es waren auch wohl die Versuche für genaue Resultate zu sehr im Kleinen angestellt. In den obengedachten Böschungen war die Oberfläche der Erde auf 3 bis 4 Zoll tief durchaus frei von Feuchtigkeit. Sand und Kies ist aber immer in einem gewissen Grade feucht, und wenn die Nässe nicht so sehr darin sich anhäuft, dafs sie als Wasser zum Vorschein kommt, so macht sie den Sand immer zäher und zusammenhängender, als wenn er ganz trocken ist. Böschungen von Sand werden daher nur dann ihre gröfste Ausbreitung erreichen, wenn sie längere Zeit der Hitze ausgesetzt gewesen sind und dieselbe darin tief eingedrungen ist; welche Tiefe indessen niemals sehr bedeutend ist. Die Böschungen wurden hier, ausgenommen in einigen im Winter beendigten Einschnitten, von den Unternehmern rein und sauber geebnet. In einem der Einschnitte wurden die Böschungen mit dem beim Aufgraben bei Seite gelegten Abraum bedeckt und dann mit Grassaamen besäet, welcher schnell wurzelte. Diese Böschungen sind die einzigen, welche ihre Form behielten und jetzt noch eine Art von regelmäfsigem Aussehen haben.

4. *Gräben.* An den Stellen, wo die Erd-Arbeiten vor dem Beginn des Winters beendigt werden konnten, wurden die Gräben von den Unternehmern dieser Arbeiten sogleich mit eingeschnitten. Da, wo der Damm vor dem Winter nicht vollendet werden konnte, wurde die Verfertigung der Gräben, weil sie im Winter schwierig und kostbar ist, bis zum nächsten Frühling ausgesetzt. Der Stillstand in der Ausführung öffentlicher Arbeiten, in Folge der Hemmung aller Geschäfte, verhinderte indessen die Ingenieurs auch hier an der Vollendung. Wie man die Gräben, da wo sie vollendet sind, gemacht hat, so wie ihre Maafse, zeigt (Fig. 1. Taf. XII.). Zur Zeit ist *nur erst ein* Schienenpaar gelegt, dasjenige südlich von der Mittellinie; an der andern Seite derselben bleibt noch ein breiter Raum, welcher einstweilen benutzt ist, um die Gräben zu verbreiten. Südlich beträgt der Raum zwischen der äufsern Schiene und der Grabenböschung 5 F. 10 Zoll. Zwischen den äufsern Enden der Quer-Unterlagen und der Grabenböschung sind 4 F. 2½ Z. bis 4 F. 10 Z. Raum. Dieser Raum gestattet, nachdem die Enden der Hölzer mit Erde bedeckt sind, ein Abzugsprofil von blofs 11½ Z. tief unter der geebneten Oberfläche des Bahnbettes und 1 F. 3½ Z. tief unter der obern Fläche der Hölzer. Die Hölzer sind im Durchschnitt 6¾ Zoll hoch. Da also, wo die 3 Zoll dicken Längsschwellen darunter (Fig. 4. und 5.) einfach liegen, befindet sich ihre untere Fläche 5¾ Zoll hoch über dem Boden des Seitengrabens und 4¾ Zoll hoch da,

wo die Schwellen 4 Zoll dick sind. Wo die Schwellen doppelt liegen, oder wo den einfachen Schwellen wieder Bohlenstücke untergelegt sind (Fig. 5.), wie es beim Zusammenstofsen der Schwellen und Schienen der Fall ist, liegt die untere Fläche derselben noch 3 Zoll hoch unter der Grabensohle. An der nördlichen Seite der Bahn (Fig. 1.) ist der Abzugsgraben 1 F. 11 Z. tief. Da wo die Böschungen nicht bewachsen oder besäet sind, werden die Graben leicht zugeschwemmt und müssen häufig wieder aufgeräumt werden, weil der Kies und Sand in den Böschungen sehr beweglich ist. Auf den obern Rändern der Einschnitte (Fig. 1.) sind innerhalb der Bewehrungen kleine Abzugsgräben oder Rinnen gemacht, und die daraus ausgegrabene Erde nebst dem Rasen ist dicht daneben an die Aufsenseite gelegt; welcher kleine Damm, nebst dem Graben, das Feldwasser abhält, auf die Böschungen und in die Einschnitte zu fliefsen.

5. ***Preise der Erd-Arbeiten.*** Das Ausgraben und Planiren (grading) der Erde an dem Theile der Eisenbahn unterhalb kostete 1 Thlr. 12¼ Sgr. die Schachtruthe (17 Cent der Cubik-Yard), das Ausgraben und der Transport oberhalb 1 Thlr. 14¾ Sgr. Dieses waren die Contractpreise, und es waren dieselben, so weit die Arbeit im Sommer beendigt werden konnte, vollkommen hinreichend. Ein Theil der Erd-Arbeiten mufste aber, verschiedener unvorhergesehener Umstände wegen, mehrere Monate lang aufgeschoben werden und konnte erst im Laufe des Winters von 1836 zu 1837 vollendet werden. Für diese Arbeiten wurde zu der Bezahlung zugeschossen. Folgendes sind ungefähr die Preise der Erd-Arbeiten in dortiger Gegend, wenn ein gewöhnlicher Arbeiter 1 Thlr. 12⅔ Sgr. (1 Dollar) Tagelohn erhält.

Weite des Transports.	Kosten der Schachtruthe. Auf einstweiligen Eisenbahnen und Eisenbahnkarrn (cars).	Durch zweirädrige Karrn, mit einem Pferde bespannt.
40 Ruthen.		1 Thlr. 4 Sgr. 9 Pf.
70 -		1 - 12 - 3 -
81 -	1 Thlr. 12 Sgr. 3 Pf.	1 - 17 - 3 -
121 -	1 - 17 - 3 -	1 - 19 - 8 -
162 -	1 - 22 - 2 -	1 - 27 - 2 -
202 -	1 - 24 - 8 -	2 - 2 - 1 -
243 -	1 - 28 - 4 -	2 - 9 - 7 -
283 -	2 - 2 - 1 -	2 - 17 - — -
324 -	2 - 5 - 10 -	2 - 24 - 5 -
405 -	2 - 9 - 7 -	3 - 4 - 5 -

Im Jahre 1835 waren die Preise um 5 Sgr. für die Schachtruthe geringer, und sie mufsten um Etwas wegen der grofsen Masse der fortzuschaffenden Erde reducirt werden können.

6. ***Bewehrungen.*** Wenigstens 8 F. von den obern Rändern der Einschnitte entfernt sind Zäune aufgestellt, bestehend aus 5 F. hohen Pfählen, mit 3 Riegeln (Fig. 1.). Die Pfähle stehen 10 F. 8 Z. von einander entfernt. Diese Bewehrungen kosteten 1 Thlr. 23 Sgr. 4 Pf. bis 2 Thlr. 4 Sgr. jedes Fach von 10 F. 8 Zoll lang; wofür die Unternehmer alles Nöthige lieferten.

7. ***Planirung.*** Nachdem die Erd-Arbeiten vollendet waren, wurde von dem Planum alle ***Erde*** weggeschafft und da, wo der Boden nicht aus Kies bestand, Kies statt dessen aufgeschüttet. Eine andere Befestigung des Bodens ist nicht gemacht, und folglich ruht die Bahn durchweg nur auf Kies und Sand.

8. ***Unterbau.*** Es wurden längsaus Schwellen (sills) gestreckt, und zwar auf den gröfsten Theil der Länge, und überall auf den Aufschüttungen doppelte, 3 Zoll dicke, 9 Zoll breite, 12 bis 18 F. lange Bohlen, eine auf die andere und die Fugen deckend (Fig. 2. 3. und 5.). Da, wo man nur einfache Schwellen legte, bestanden sie aus 3 bis 4 Zoll dicken Bohlen, und unter die Stöfse derselben, so wie unter die Stöfse der Eisenbahnschienen, legte man kurze Verstärkungsbohlen. Die Bohlen unter den Stöfsen der ***Schwellen*** waren entweder Stücke von 4 F. lang, längs unter den Stofs gelegt, so dafs 2 Fufs davon unter die eine und 2 F. unter die andere daran stofsende obere Bohle lagen, wie bei ***A*** (Fig. 2. und 3.): oder es waren zwei Stücke, jedes von 3 F. lang, unter dem Stofs rechtwinklig auf die Richtung der Bahn gelegt, wie bei ***B*** (Fig. 2. und 3.). Unter die Stöfse der ***Schienen*** wurden zwei Bohlenstücke von 3 Fufs lang neben die Schwellen gelegt, wie bei ***C*** (Fig. 2. und 3.), um dadurch die tragende Fläche der Schwellen unter den Stöfsen der Schienen zu vergröfsern. Die Oberfläche der doppelten, wie der einfachen Schwellen, lag immer 2 Zoll unter dem ursprünglichen Bahnbett.

Um die Schwellen zu strecken, wurden schmale Einschnitte gegraben, so breit als die Bohlen, und so tief unter die Schienenlinie, als die Dicke der Querhölzer erforderte, aber 1 Zoll weniger tief, als sie nach vollendetem Unterbau liegen sollten. Der Boden dieser Einschnitte wurde geebnet, und die Bohlen wurden darauf gelegt. Der Kies nebenbei wurde gerammt, um das Planum recht zu ebnen. Die Bohlen wurden ebenfalls gerammt, und zwar mit einer 30 Pfd. schweren hölzernen Handramme, etwa von der Art der-

jenigen, mit welchen hier die Steinsetzer die Steintafeln der Fufspfade in den Städten festzuschlagen pflegen. Man rammte die Bohlen der Länge nach; und an dem Klange der Schläge war zu erkennen, ob sie fest und voll auf ihrem Kieslager ruheten, oder nicht.

Nachdem so der Schwellen-Unterbau vorbereitet war, wurden Pflöcke für die Flucht und die Neigung der Querhölzer eingeschlagen; was sich nach der Dicke der Hölzer von 6 bis 8 über den Schwellen richtete.

9. ***Querhölzer.*** Nachdem die Grundschwellen gelegt waren, wurden 7 bis 8 F. lange Querhölzer darauf gelegt; und zwar die breitesten unter die Schienenstöfse, die andern dazwischen; je Fünf auf die Länge einer Schiene von 14½ F. Man hieb mit der Axt so viel von den Querhölzern ab, bis sie die gehörige Dicke hatten und die genaue Flucht- und Steigungslinie der Schienen herauskam. An den Schwellen, sobald sie festlagen, wurde nicht weiter gerückt, und sie wurden nirgend erhöht. Hatten die Zimmerleute etwa zu viel von einem Querholz abgehauen, so dafs es zu dünn war, so wurde es durch ein stärkeres ersetzt. Es wurden durchaus keine Keile, Brettstücke oder Schindel zur Unterstopfung gestattet. Diejenigen Querhölzer, auf welchen die Schienen zusammenstiefsen, wurden tiefer eingehauen als die andern, um die Platte oder Sohle aufzunehmen, welche blofs an diesen Puncten der Schienen untergelegt ist. Das verticale Lager dieser Platte war dadurch bereitet, aber sie blieben so lange lose, bis die Schienen ihre Stelle eingenommen hatten und in die Linie gerichtet waren.

Nun wurden die Schienen zu beiden Seiten gestreckt; die Nägel wurden in die Stofsplatten eingesetzt und angetrieben, die Linie wurde nochmals nachgesehen, die Nägel wurden ganz eingeschlagen und die Bahnlinie nach Direction und Gefälle berichtigt; auch wurden die Stöfse nachgesehen und wo es nöthig war in Ordnung gebracht.

Das Geleise wurde mit Kies geebnet, so dafs die Querhölzer und deren Enden etwa 1 Zoll hoch damit bedeckt wurden. Auch wurden die Abzugsgräben, wo es nöthig war, gereinigt; was den Unternehmern des Legens der Schienen oblag. Die Spurweite der Bahn beträgt 4 F. 6⅔ Z. [Preufsisch, 4 F. 8¼ Z. Englisch] von der innern Seite der einen Schiene bis zur innern Seite der andern.

Das Legen des Oberbaues war für 2 Thlr. 26 Sgr. die laufende Ruthe verdungen, kosteste aber mehr, indem es theilweise im Winter geschehen mufste, wo die gefrorne Erde die Arbeit erschwerte und schlechter machte,

indem solche Arbeit im Winter nie so gut geräth, als im Sommer. Die Kosten wurden durch diese Umstände auch noch bei manchen andern Arbeiten erhöht. Die Erhöhung läfst sich aber nicht genau angeben; doch giebt sie auch keinen allgemeinen Maafsstab, sondern kommt nur vor, wo ähnliche Hindernisse sich finden. Alle Preise, welche nicht durch zufällige Umstände erhöht wurden, sollen weiter unten angegeben werden.

10. *Schienenstühle.* Es wurde oben bemerkt, dafs Platten oder Sohlen unter die Schienenstöfse gelegt worden sind. Auf den ersten 427 Ruthen der Bahn sind diese Platten von anderer Art als auf die übrige Länge. Sie sind bestimmt, den Schienen die Ausdehnung in der Wärme und die Zusammenziehung in der Kälte ohne Nachtheil zu gestatten. Eine ähnliche Anordnung ist später auf die übrige Länge gemacht; sie ist etwas wohlfeiler, aber vielleicht nicht so gut als die einzelnen Platten.

Fig. 9. zeigt, wie die untergelegte Platte die Schienen aufnimmt. Die Maafse in (Englischen) Zollen sind beigeschrieben. Fig. 9. zeigt die Zwischenplatten von oben, welche, da fünf Querhölzer unter jeder Schienenlänge liegen, nicht auf die Mitte der Länge der Schienen treffen, sondern auf das dritte Querholz, $\frac{3}{5}$ der Länge von dem einen und $\frac{2}{5}$ der Länge von dem andern Ende. Die Nagellöcher in Fig. 6. sind mit *a, a* ... bezeichnet, und diese Nägel halten die Schienen fest. Die kleinen Vorsprünge *b, b* sind so hoch als der dickste Theil der Tafel Fig. 9. Diese Vorsprünge correspondiren mit Einschnitten in der untern Fläche der Schienen, wie diejenigen *b, b* Fig. 11. Für diejenigen Stühle, welche in der Mitte Einschnitte haben, sind die Schienen nicht eingeschnitten. Die Vorsprünge der Stühle fassen die Einschnitte der Schienen und halten sie an diesem Puncte fest. Beim Legen der Schienen wurde ein hinreichender Spielraum zur Ausdehnung und Zusammenziehung des Eisens gelassen. Durch den Mittelstuhl wurden die Schienen ebenfalls gegen die Seitenbewegung gesichert. Die Stühle an den Enden waren glatt genug, um die Dehnung und Zusammenziehung der Schienen nicht zu hemmen. Die Mehrkosten des Mittelstuhls wurden mit eingerechnet. Die Veränderung der Länge der Schienen gab später Anlafs zur Vereinfachung des Endstuhls, welcher früher ganz glatt war. Das eine Ende der Schienen wurde jetzt befestigt und gegen jede Bewegung nach der Länge gesichert, ohne den Stuhl und das Querholz mitziehen zu können, während das andere Ende frei blieb, um sich in dem ihm gelassenen Spielraum zu dehnen. Diesen Zwischenraum machte man im Winter einen Achtelzoll breit. Damit der Spielraum überall

gleich grofs werde, steckte man in die Fuge eine $\frac{1}{8}$ Zoll dicke Blechplatte, trieb die Schienen, wenn man sie legte, gegen diese Platte, und nahm die Platte wieder heraus, nachdem die Schienen gelegt waren. Im warmen Sommer liefs man zwischen den Schienen keinen Spielraum; in mäfsiger Wärme, im Herbst, einen Sechzehntelzoll. Fig. 7. zeigt die Stofsplatte, zu welcher der Mittelstuhl Fig. 6. gehört, an welchem kein Hindernifs für die Enden der Schienen gegen die Ausdehnung und Zusammenziehung ist. Fig. 8. ist eine der Stofsplatten, welche das eine Ende der Schienen festhalten. Hier befinden sich die Vorsprünge *b, b* an der Seite, statt in der Mitte, und die Einschnitte *b, b* in den Fufs der Schienen Fig. 11. passen auf sie. Der Stuhl, fest auf das Querholz genagelt, verhindert so die Bewegung des einen Endes der Schienen, während das andere Ende derselben frei ist und auf der Seite des Stuhls Fig. 8. ruht, die mit dem Gegenstofs correspondirt. Das Lager für die Schienen ist ganz glatt, und die Schienen können sich also dehnen und zusammenziehen. Bei dieser letzten Art also betrug die Bewegung nach der Länge etwa doppelt soviel, als bei dem die Schienen festhaltenden Mittelstuhl. Bei diesem war die Bewegung vertheilt, bei jenem vereinigt. Auf dem Mittelstuhl ist ein neutraler Punct, und der Stuhl verhindert alle Pressung.

Der Mittelstuhl wiegt $5\frac{1}{2}$ Pfund, der correspondirende Stuhl unter den Stöfsen $7\frac{3}{4}$ Pfd. Die Verbindungsplatte ohne Mittelstuhl wiegt 8 Pfd. Das Gufs-Eisen kostete 2 bis $2\frac{1}{4}$ Sgr. das Pfund.

11. *Nägel* (spikes). Es sind drei verschiedene Arten von Nägeln gebraucht worden. Fig. 12. sind zwei Ansichten der einen Art. Es wurden nur einige hundert Pfund davon versuchsweise verbraucht; sie waren in England verfertigt, und zwar, wie daran kenntlich, mit der Hand, durch Hämmern. Obgleich sie mehr Arbeit erfordert hatten, als die Amerikanischen, wurden sie doch zu gleichen Preisen angeboten. Der Kopf war glatt, viereckig, und die Seiten hatten Widerhaken, um in dem Holze fester zu stecken. Man glaubte Anfangs, dafs diese Widerhaken eher nachtheilig als vortheilhaft sein würden, da sie die Holzfibern zerreifsen; aber die Erfahrung hat gezeigt, dafs diese Nägel am festesten hielten. Sie wogen etwa 1 Pfund das Stück.

Die zweite Art Nägel, Fig. 13., war in ***Henry Burthens*** Fabrik in Troy im Staate New-York durch Maschinen verfertigt und wurden bis nach der Stadt New-York das Pfund zu 3 Sgr. 4 Pf. abgeliefert. Sie waren aus $\frac{5}{8}$ Zoll im Quadrat starkem Eisen geschnitten, etwa 6 Zoll lang, nach der Figur gespitzt und geköpft, und wogen das Stück etwas über ein Pfund.

Die dritte Art Nägel, Fig. 14. war aus $\frac{9}{16}$zölligem Stangen-Eisen in der Fabrik von ***William Bleckington*** in Attleburg im Staate Massaschusetts geschnitten. Sie wurden nach Providence für 3 Sgr. das Pfund abgeliefert und wogen das Stück etwa 26 Loth. Sie waren $5\frac{1}{2}$ Zoll lang, nach der Figur gespitzt und geköpft, und durch Maschinen verfertigt.

Die Köpfe der zweiten und dritten Art Nägel brachen zuweilen beim Einschlagen ab; nicht aber die der ersten Art. An den Stöfsen der Schienen schlug man 4 Nägel ein, auf jede Zwischenquerlage 3: zwei an der äufsern und eine an der innern Seite; wie es in Fig. 3. zu sehen ist.

12. *Schienen.* Die Schienen waren von derselben Form eines umgekehrten lateinischen T, wie die auf der Eisenbahn zwischen Boston und Providence, aber stärker; sie wogen $18\frac{2}{3}$ Pfd. der laufende Fufs. Fig. 10. zeigt sie im Durchschnitt. Sie sind oben 26,2 Linien breit und 40,8 Linien hoch, und der Boden ist 46,6 Linien breit. Die einzelnen Schienen sind $14\frac{1}{2}$ F. lang. Diese Schienen kosteten 1836 in der Fabrik 5 Thlr. 7 Sgr. der Centner, ohne Fracht, Hafenzoll, Agentur-Procente, Assecuranz u. s. w.; welche Nebenkosten ich nicht genau habe erfahren können.

13. Die ***Maurer-Arbeit*** an der Bahn besteht aus Bahnbrücken, Durchlässen (culverts) und Bewehrungen gegen das Vieh (cattleguards). Die Brücken in der Bahn sind zwischen den Stirnen (abutements) alle $27\frac{1}{4}$ F. breit; ihre Durchflufs-Öffnungen aber sind sehr verschieden. Man fand bei dem Aufgraben der Erde keine zum Mauerwerk tauglichen Bruchsteine und nahm dazu die Granitgeschiebe, welche sich in den Hügeln fanden, und welche gesprengt wurden. In der Ebene fanden sich gar keine Steine. Die Steine waren überhaupt selten, und da sie eine halbe bis eine ganze Meile weit herbeigeholt werden mufsten, theuer. Das trockene Mauerwerk in den Bewehrungen gegen das Vieh kostete $3\frac{1}{2}$ bis 3 Dollar die Perch [Ruthe. Ob laufende Ruthen oder welches Maafs sonst, ist nicht deutlich. D. H.]; das Mörtel-Mauerwerk in den Stirnpfeilern der Brücken und Durchlässe kostete 4 bis $4\frac{1}{2}$ Doll.

14. *Einzelne Bemerkungen.* Um Diejenigen, welche weniger mit den Details der Eisenbahnen bekannt sind, in Stand zu setzen, den Werth des Vorzuges zu beurtheilen, den die von Widersprüchen unabhängige Meinung über Dampfwagen hat, wollen wir hier Einiges über den Druck und die Reibung dieser Maschinen auf der Bahn bemerken.

Es ist klar, dafs wenn die Schienen der Bahn, statt fest zu liegen, lose wären, oder auf Rollen lägen, die Wirkung der Kraft in dem Dampfwagen,

statt ihn fortzutreiben, die Schienen zurückschieben würde; die Maschine würde stehen bleiben und die Schienen würden zurückweichen. Wenn nun irgend eine Kraft die Schienen an ihrer Stelle festhält, so mufs diese Kraft dem Schub der Dampfwagenräder auf die Schienen gleich sein. Diesen Widerstand müssen also die Querhölzer, oder überhaupt der Oberbau der Bahn leisten. Steht nun die Stärke der Bahn mit dem Gewicht der Dampfwagen oder der Ladung und der Geschwindigkeit des Zuges nicht in richtigem Verhältnifs, so werden bald die Nägel gelöset werden, die Festigkeit der Bahn wird vernichtet werden und es werden dann immerfort Ausbesserungen und lästige Ausgaben dafür vorkommen. Wir werden vielleicht getadelt werden, wenn wir sagen, dafs diese Mängel häufig sind: allein es ist gleichwohl ganz wahr, dafs es in Amerika wenig Eisenbahnen giebt, deren Festigkeit mit dem darauf sich bewegenden Fuhrwerk in Verhältnifs steht. Man kann sagen, dafs in diesem Sinne die meisten Bahnen gleichsam nur erst dem Namen nach vollendet sind; es giebt daran noch immerfort nachzubessern und zu erneuern. Auch wird man sich nothwendig endlich zur einer *bessern* Ökonomie bei dem Gebrauch der Bahnen entschliefsen und die Dampfwagen und Ladungen der Züge mehr mit der Stärke der Bahn in Verhältnifs bringen müssen. Die Stärke einer Bahn ist gewöhnlich überall dieselbe, die Bahn mag horizontal liegen oder Gefälle haben: aber die Wirkung der Wagen auf die Bahn ist es nicht. Wir wollen hier noch Näheres über diese Wirkung, je nach der Verschiedenheit des Gefälles der Bahn, aus der Erfahrung bemerken.

Die nöthige Zugkraft auf *horizontaler* Bahn beträgt nach der Meinung verschiedener Ingenieurs 7 bis 9 Pfd. auf die Tonne Ladung [also 1 auf 320 bis 1 auf 249. D. H.]. Auf der Eisenbahn von Baltimore nach Ohio schätzt sie ***Mac-Knight*** 1 auf 224. Sie ist auf den verschiedenen Bahnen verschieden, und immer auf hölzernen Bahnen mit aufgenagelten platten Schienen, wie z. B. die zwischen Baltimore nach Ohio, oder bei Patterson, gröfser als auf hochkantig stehenden Schienen, wie zwischen Camden und Amboy, oder zwischen Boston und Providence. Setzen wir 1 auf 249 oder 9 Pfd. auf die Tonne, so kommt es nun auf die Zugkraft an, die auf *abhängiger* Bahn mehr nöthig ist. Diese hängt von dem Winkel ab, welchen die Bahn mit dem Horizonte macht. Beträgt die Steigung 1 auf 100, so kommen, unabhängig von der Reibung, blofs zur Überwindung der Schwerkraft, noch $\frac{2240}{100}$ oder 22,4 Pfd. hinzu, und es sind nun, statt 9 Pfd. Zugkraft, 31,4 Pfd. für die Tonne Ladung [1 aus 71] nöthig. Es kann besonderer Umstände wegen eine noch stärkere Zugkraft nöthig sein;

doch ist die obige näherungsweise Schätzung für unsern Zweck zureichend. Folgende Tabelle giebt die zu einer Ladung von 1000 Centnern nöthige Zugkraft auf Bahnen von verschiedenen Abhängen an; desgleichen das nöthige Gewicht des Dampfwagens, um diese Zugkraft hervorzubringen; wobei vorausgesetzt ist, dafs die Triebräder des Wagens mit dem 12ten Theile des auf ihnen ruhenden Gewichts auf die Schienen eingreifen können, ohne zu gleiten, und dafs drei Fünftheile des ganzen Gewichts der Maschine auf den Triebrädern ruhen.

Abhang der Bahn.	Widerstand der Schwere, auf den Centner.	Gesammter Widerstand der Reibung und der Schwere, auf den Ctr.	Gesammter Widerstand auf 1000 Ctr.	Nöthiges Gewicht des Dampfwagens.
0	0	0,442 Pfd.	4 Ctr.	80 Ctr.
1 auf 1000	0,11 Pfd.	0,552 –	5 –	100 –
1 – $666\frac{2}{3}$	0,165 –	0,607 –	5,5 –	110 –
1 – 500	0,22 –	0,662 –	6 –	120 –
1 – 400	0,275 –	0,717 –	6,5 –	130 –
1 – $333\frac{1}{3}$	0,33 –	0,772 –	7 –	140 –
1 – $266\frac{2}{3}$	0,4125 –	0,8545 –	7,75 –	155 –
1 – 176	0,625 –	1,067 –	9,68 –	194 –
1 – 132	0,833 –	1,275 –	11,57 –	231 –
1 – 105,6	1,041 –	1,485 –	13,47 –	269 –
1 – 88	1,25 –	1,692 –	15,36 –	307 –
1 – 75,4	1,46 –	1,902 –	17,26 –	345 –
1 – 66	1,66 –	2,102 –	19,15 –	383 –

Man sieht aus dieser Tafel, dafs auf einem Abhange von 1 auf $266\frac{2}{3}$ beinahe schon *doppelt*, auf einem Gefälle von 1 auf 132 schon fast *dreimal*, auf einem Abhange von 1 auf 88 fast *viermal* so viel Zugkraft nöthig ist, als auf horizontaler Bahn. Ferner wirkt auf *horizontaler* Bahn jedes der beiden Triebräder des Dampfwagens mit 2 Ctr. Kraft auf die Schienen, auf einer Steigung von 1 auf $266\frac{2}{3}$ beinahe mit 4 Ctr. u. s. w. Eben so stark müssen die Schienen widerstehen: folglich auf dem Abhange von 1 auf $266\frac{2}{3}$ fast doppelt so stark, als auf horizontaler Bahn. Auf einem Abhange von 1 auf $226\frac{2}{3}$ mufs daher der Oberbau der Bahn *doppelt*, bei 1 auf 132 Gefälle *dreimal*, bei 1 auf 88 *viermal* so stark sein, als in der Ebene. Nun ist aber der Oberbau in der Regel überall *gleich* stark: also sieht man, wie nachtheilig für die Bahn auch in dieser Hinsicht *starke Gefälle* sind; und es ist begreiflich, dafs solche starken Gefälle und die für dieselben nöthigen schweren Maschinen fort-

während Reparaturen zur Folge haben, wenn nicht die Bahn auf den Abhängen verhältnifsmäfsig stärker gebaut ist, als da, wo sie horizontal liegt.

Werden auf Eisenbahnen die Wagen durch ***Pferde*** fortgezogen, so findet dieser Umstand nicht Statt. Den der Zugkraft gleichen Widerstand leisten dann nicht die Schienen, sondern die Mitte des Rofspfades. Es ist blofs die von dem Gewicht der Wagen herrührende Reibung, nebst derjenigen der Räder seitwärts an den Schienen zu überwinden, die auf den geraden Strecken theilweise und in den Krümmen immer Statt findet. Blofs diesen Widerstand haben also dann die Schienen zu leisten. Geschieht dagegen der Zug durch ***Dampfwagen,*** so kommt die Wirkung der Triebräder auf die Schienen *hinzu*. Deshalb mufsten denn auch nothwendig die Bahnen seit der Einführung der Dampfwagen bedeutend stärker gebaut werden, als vorher. Das Gewicht der Schienen und die Stärke der Unterlagehölzer hat sich beinahe verdoppelt. Nach und nach hat man die Nothwendigkeit davon eingesehen, und die Eisenbahn selbst ist so nach und nach zu einer Art von Maschine geworden, welche fast eben so viel Aufmerksamkeit und Sorgfalt bei ihrer Anordnung und Behandlung erfordert, als die Dampfwagen.

[Mit der Berechnung der Wirkung der Zugkraft auf die Schienen scheint es sich zum Theil anders zu verhalten, als hier oben angenommen. Es werde das gesammte Gewicht des Wagenzuges, nebst dem des Dampfwagens selbst und des Tenders, durch P bezeichnet; der Winkel, den die Schienen mit dem Horizonte machen, durch ε, und der Bruch, welcher die Zugkraft von dem Druck sein mufs, um die Reibung an den Achsen und der Räder der Wagen auf den Schienen zu überwinden, durch n: so ist $P\cos\varepsilon$ der Druck der Last P perpendiculair auf die Schienen, und es kann die Reibung durch $nP\cos\varepsilon$ ausgedrückt werden. Die Kraft, welche in der Richtung der Schienen nöthig ist, um die Last P die schräge Fläche der Schienen hinauf zu ziehen, ist $P\sin\varepsilon$: mithin ist die gesammte nöthige Zugkraft, welche Z heifsen mag,

$$1. \quad Z = P(\sin\varepsilon + n\cos\varepsilon).$$

Dieses ist die Kraft, mit welcher die Triebräder des Dampfwagens auf die Schienen eingreifen müssen, und mit welcher also die Schienen ***zurückgeschoben*** werden. Dagegen ist die Reibung $nP\cos\varepsilon$ die Kraft, mit welcher die Schienen *vorwärts* gezogen werden; denn die Reibung ist eine dem Zuge widerstrebende Kraft, und folglich werden die Schienen von der Zugkraft mit dieser Kraft *vorwärts* getrieben. Demnach ist die Kraft, mit welcher die Triebräder des Dampfwagens die Schienen ***zurückschieben,*** nur

$$2. \quad Z - nP\cos\varepsilon = P\sin\varepsilon,$$

wo man, wenn, wie gewöhnlich, der Winkel ε sehr klein ist, statt $\sin\varepsilon$ auch $\tang\varepsilon$, oder die Steigung der Bahn dividirt durch die horizontale Länge, setzen kann. Daraus folgt, dafs hier oben von dem in der 4ten senkrechten Spalte berechneten Widerstande überall die Reibung, welche in dem Beispiel 4 Ctr. war, abgezogen werden mufs, wenn man die Wirkung der Triebräder des Dampfwagens auf die Schienen sucht. Liegen die Schienen horizontal, so ist in (2.) $P\sin\varepsilon = 0$ und die Schienen werden weder vorwärts noch rückwärts gedrückt, da die zurückschiebende Kraft der Triebräder der zur Überwindung des Reibens vorwärtsziehenden Kraft gleich ist.

Bei dem Zuge durch Pferdekraft, die ihren Stützpunct nicht wie die Dampfkraft auf den Schienen, sondern auf dem Erdboden zwischen denselben hat, werden die Schienen gar nicht zurückgeschoben, sondern immer nur mit der der Reibung gleichen Kraft $nP\cos\varepsilon$, oder nP, wenn ε sehr klein ist, vorwärts.

Auch dürfte wohl die Reibung der Triebräder der Dampfwagen auf den Schienen viel stärker sein als ein Zwölftheil des auf den Rädern drückenden Gewichts; so dafs das nöthige Gewicht der Dampfwagen hier oben im Text viel zu stark angesetzt ist. D. H.]

15. *Krümmen.* Die nöthige Vergröfserung der Zugkraft wegen der *Biegungen* ist auf dieser Eisenbahn nicht bedeutend. Die Bahn hat nur die eine Krümme bei ihrer Abzweigung von der Jamaicabahn; und diese Krümme hat 463 Ruthen Halbmesser. Herr *Mac-Knight,* bei der Eisenbahn zwischen Baltimore und Ohio, rechnet für den Widerstand einer Krümme von 32 Ruthen Halbmesser den 448ten Theil der Ladung; für eine Krümme von 81 Ruthen Halbmesser den 2240ten Theil. So hat er es durch Erfahrung gefunden. Um den Widerstand der Krümmen zu schätzen, mufs man aber den Durchmesser der Räder der Fuhrwerke und den Abstand ihrer Achsen von einander, so wie die Geschwindigkeit der Bewegung und den Abhang der Bahn in den Krümmen berücksichtigen. Auf der Eisenbahn bei Baltimore sind die Räder im Vergleich gegen andere Bahnen klein, und die Achsen der Wagen stehen näher zusammen; beides wegen der vielen Krümmen. Auf Bahnen, wo die Fuhrwerke grofse Räder und weit von einander entfernte Achsen haben, ist der Widerstand in gleichen Krümmen bei weitem gröfser. Die Packwagen auf der Long-Island Eisenbahn haben Räder von 35 Zoll im Durchmesser, und ihre Achsen sind 58 Zoll von einander entfernt. Bei Baltimore haben

die Räder nur 29 Zoll Durchmesser und die Achsen der Wagen liegen nur 39 Zoll von einander.

16. ***Ausweichestellen und nöthige Breite der Bahn.*** Der Damm des ersten Theils der Long-Island Eisenbahn ist, wie weiter oben (in §. 2.) bemerkt, für zwei Schienenpaare 27 F. 2 Z. in der Krone breit angelegt. Von den Eisenbahnen zwischen Boston und Providence und bei Stonington hat der Damm nur 25 F. 3 Z. Kronenbreite, und von der Jamaica Bahn nur 23 F. 4 Zoll. *Hier* wurde 27 F. 2 Z. angenommen, weil der Boden durchweg aus Sand und Kies bestand und also die Graben der Zuschlämmung und Verstopfung mehr ausgesetzt sind, als in dem festern Boden der andern Bahnen. Die mehrere Breite war hier zur Trockenhaltung der Bahn wesentlich nothwendig. Überhaupt darf man an der Breite des Dammes nicht zu sehr sparen. Die Ingenieurs wissen das sehr wohl; aber das Publicum scheut öfters die höheren Kosten, oder ist auch der Meinung, dafs das mehr nöthige Land auf andere Weise besser benutzt werden könne. Nehmen wir das letztere als richtig an, und dafs es also besser sei, lieber etwas an dem Einkommen einer Bahn zu verlieren, als gröfsere Landflächen aufzuopfern, so entsteht die natürliche Frage, ob es nicht besser sei, den Damm, anstatt ihm die Breite für zwei Schienenpaare zu geben, von welchen dann gewöhnlich zunächst erst eins gelegt wird, vielmehr zunächst nur für ein Geleise einzurichten, und die nöthigen Ausweichestellen zu machen. Um diese Frage zu beantworten, ist zu untersuchen, was mit einem einzelnen Schienenpaare sich leisten läfst; worauf dann die geregelte Anordnung der Transporte sich findet, die sich auch gewöhnlich von selbst macht; wenigstens auf einigen der nördlichen Bahnen, z. B. zwischen Boston und Lowell etc.

Es kommt indessen hier öfters eine eigenthümliche Schwierigkeit in Betracht; z. B. zwischen Boston und Providence, bei Stonington, auf Long-Island u. s. w., welcher entweder zu begegnen ist, oder welcher alle andern Vortheile und Anordnungen unterworfen werden müssen: nemlich die Verbindung der Passage auf den Eisenbahnen mit der auf den weiterführenden *Dampfschiffen*.

Die Abgangszeit der Dampfwagenzüge richtet sich nothwendig immer nach der Ankunftszeit der Dampfböte; allein diese ist sehr unbestimmt, und selbst bei dem besten Wetter um 1 bis 2 Stunden verschieden. Der Zug mufs immer bereit sein, gleich nach der Ankunft des Dampfschiffes abzugehen, und es darf nach der Landung kein Aufenthalt Statt finden. Ist die Bahn leer, so ist weder Zögerung noch Gefahr für den zur unbestimmten Zeit abgehenden

Zug vorhanden. Kommen ihm aber zu bestimmten Zeiten vom andern Ende abgehende Züge entgegen, so kommt es auf den Ort der Begegnung an. Trifft dieser nicht auf eine Ausweichestelle, so nutzt es nichts, dafs der Zug gleich nach der Landung des Dampfboots, vor der Zeit abging. Die Züge mögen sich immerhin mit gleicher Geschwindigkeit bewegen: es kann gleichwohl, wenn ein Zug von dem Dampfboot her zur unrechten Zeit abging, nur Eins von Beiden geschehen: entweder die Züge begegnen sich an einer Stelle, wo sie nicht ausweichen können, und dann mufs einer oder der andere umkehren; was noch mehr Zeit wegnimmt, als wenn man mit der Abfahrt gewartet hätte: oder der Maschinist mufs absichtlich langsamer fahren, um sicher zu sein, dafs er zur bestimmten Zeit an der Ausweichestelle anlange. Immer also wird nichts an Zeit gewonnen, dagegen aber die Gefahr des Zusammenstofsens auf der Bahn vergröfsert. Immer müssen die einander entgegenfahrenden Züge zu solchen bestimmten Zeiten abgehen, dafs sie an irgend einem *Ausweicheplatze* möglichst *zugleich* eintreffen.

Für eine Eisenbahn im Innern des Landes, die in keiner Verbindung mit Dampfböten steht, hat die Anordnung der Abgangszeiten der Wagenzüge keine Schwierigkeit. Anders ist es mit der Long-Island Bahn, und andern, die mit ihr in gleichem Falle sind. Hier müssen Anordnungen und Einrichtungen vorhanden sein, um die Schwierigkeit zu heben, wenn man nicht die Vortheile der unumgänglich nothwendigen Regelmäfsigkeit der Benutzung opfern will. Das Mittel besteht in Vermehrung der Zahl der Abgangszeiten und der Ausweichestellen. Ganz läfst sich freilich dadurch die Schwierigkeit wegen der Abgänge vom Dampfboot-Ende der Eisenbahn nicht heben; aber doch möglichst vermindern.

Es sind für zwei verschiedene Zwecke Ausweichestellen nöthig: die einen für den Zwischenverkehr: die andern für das Befahren der ganzen Linie. Die Stellen der Ausweicheplätze müssen nach den Abgangszeiten, die von Stunde zu Stunde, oder von halber zu halber Stunde Statt finden können, bestimmt werden; und wenn etwa die Züge mit *verschiedener* Geschwindigkeit sich bewegen sollen, so mufs auch darauf gerücksichtigt werden.

Wir wollen zunächst nur *gleiche* Geschwindigkeiten der Züge annehmen, und sie sollen von Stunde zu Stunde abgehen. Auf der Long-Island Bahn wird die Strecke von Brooklyn bis Bedford, 1709 R. (4 miles) lang, mit *Pferden* befahren; sie hat *zwei* Schienenpaare, und es müssen hier immer Pferde genug vorhanden sein, um die Züge zu *jeder* Zeit fortzuschaffen. Diese an dem

einen *Ende* der Bahn befindliche Strecke kommt also nicht weiter in Betracht, sondern nur der übrige Theil der Bahn von 41 021 R. (96 miles) lang.

Die Figur 28. (Taf. XIII.) macht hier das Begegnen der Züge anschaulich. Die Ziffern am obern und am untern Rande bezeichnen die Abgangsstunden, die Ziffern an den Seiten die Entfernungen von 10 zu 10 miles. [Hier war keine Reduction der Maafse nöthig, und es sind also die Englischen Maafse beibehalten. D. H.] Der obere Streifen stellt die mit Pferden befahrene, 4 miles lange Strecke von Brooklyn bis Bedford vor. Die übrigen mit Dampfkraft befahrenen 96 miles werden, mit 20 miles ($4\frac{1}{4}$ Meile Preufsisch) Geschwindigkeit, wenn keine aufhaltenden Gefälle oder die Geschwindigkeit sonst ändernden Schwierigkeiten vorkommen, in 4 Stunden 48 Minuten zurückgelegt. Die mit der vollen Stunde von Bedford abgehende Maschine langt also nach 4 St. 48 M. am andern Ende der Bahn an. In der Figur ist angenommen, dafs die Züge jedesmal 12 Minuten nach der vollen Stunde abgehen sollen; sie gelangen dann mit einer vollen Stunde an ihr Ziel. Z. B. wenn ein Zug 12 Minuten nach 6 Uhr abgeht, so kommt er um voll 11 Uhr an dem östlichen Ende der Bahn an. Für die Figur würde es übrigens gleich sein, wenn man auch die Abgangszeiten anders annähme. Die obere Horizontallinie bezieht sich immer auf Bedford, die untere auf das andere, östliche Ende der Bahn, und die ausgezogenen schrägen Linien stellen den Lauf der von dem einen und dem andern Ende der Bahn, so wie von den Zwischenstationen stündlich abgehenden und 20 miles in der Stunde durchlaufenden Züge vor. Die ***Durchkreuzungen*** dieser Linien sind die Puncte, wo die Züge sich begegnen werden, und wo also Ausweichestellen sein müssen. Der von Bedford 12 Minuten nach 4 Uhr abgehende Zug z. B. kommt um 9 Uhr ans Ziel. Wenn also nun von dem andern Ende und von den Zwischenstationen stündlich abgehende Züge ihm entgegenkommen, so begegnet er ihrer ***neun;*** in Entfernungen von 10 zu 10 miles: mithin sind in diesen Entfernungen von einander ***neun*** Ausweichestellen nöthig. Da die Geschwindigkeit der Bewegung überall ***dieselbe*** sein soll, und stündlich Züge abgehen, so kann kein Zug ***mehr*** als ***neun*** Zügen begegnen; diese Zahl von Ausweichestellen ist also das Maximum. Da aber die Bahn niemals so stark wird befahren werden, so würden auch schon weniger Ausweichestellen hinreichend sein. Wegen der Unbestimmtheit der Ankunft des Dampfboots sind sie indessen gleichwohl ***alle*** nöthig, damit der Wagenzug wenigstens je nach dieser Ankunft regelmäfsig zu ***jeder Stunde*** abgehen könne, ohne in Gefahr zu sein, einem ihm entgegenkommenden Zuge anderswo

als bei einer Ausweichestelle zu begegnen. Sollte das Warten bis zum Ende der Stunde nach Ankunft des Dampfbootes noch zu grofs befunden werden, so müfste man die Ausweichestellen für den halbstündlichen Abgang einrichten, und es würden ihrer dann *doppelt* so viele nöthig sein.

Wir wollen auch den Fall betrachten, wenn die Züge nicht alle mit der *gleichen* Geschwindigkeit sich bewegen sollen. Angenommen, aufser den mit 20 miles Geschwindigkeit in der Stunde fahrenden Zügen, sollen auch andere mit 15 miles ($3\frac{1}{3}$ Meilen Pr.) sich bewegende Züge die Bahn befahren, so durchlaufen diese die 96 miles in 6 Stunden und 24 Minuten. Sollen diese Züge ebenfalls jedesmal mit der *vollen* Stunde am östlichen Ende der Bahn anlangen, so sind es die *punctirten* schrägen Linien in der Figur, durch welche sie vorgestellt werden. Die Durchkreuzungen der punctirten Linien, sowohl mit einander, als mit den *ausgezogenen,* welche die Züge mit 20 miles Geschwindigkeit vorstellen, desgleichen die Kreuzungen der ausgezogenen Linien, sind zusammen die verschiedenen Stellen, wo sich Wagenzüge begegnen können. Ihre Zahl, und folglich die der Ausweicheplätze, welche alsdann nöthig sind, ist 30. Durch so viele Ausweichestellen würde aber, wenn die Bahn voll befahren wird, gar viel Aufenthalt entstehen, und die Züge würden schwerlich mehr ihre Zeit innehalten können. Zwar wird eine solche Frequenz schwerlich Statt finden: wäre es der Fall, so würde voller Grund vorhanden sein, *zwei* Schienenpaare zu legen. Sobald übrigens auf der Long-Island Bahn die Züge mit *verschiedener* Geschwindigkeit fahren sollen, würde gleichwohl, auch bei geringerer Frequenz, wegen der Unbestimmtheit des Anlangens der Dampfböte, immer die volle Zahl der Ausweichestellen nothwendig sein; obgleich dann ein Zug vielleicht nicht mehr als 5 oder 6 von dem andern Ende her sich bewegenden Zügen begegnen würde.

Da Maschinen und Wagen in den Ausweichestellen immer mehr Zufällen ausgesetzt sind, als aufserhalb derselben, so ist es gut, der Ausweichestellen so wenig zu bedürfen als möglich; woraus folgt, dafs es immer wohlgethan sein wird, die Züge mit *gleicher* Geschwindigkeit sich bewegen zu lassen; denn für *gleiche* Geschwindigkeiten sind, wie sich oben fand, nur 9 Ausweichestellen nöthig, für *verschiedene* Geschwindigkeiten 30; während in beiden Fällen die Zahl der Züge und die Zwischenräume der Abgangszeiten dieselben sind. Zwar wird die gröfsere gleiche Geschwindigkeit derjenigen Züge, welchen sonst eine geringere Geschwindigkeit genügen würde, etwas mehr an Maschinen und Reparaturen kosten, aber diese mehreren Kosten werden reichlich aufge-

wogen werden durch die geringere Zahl der nöthigen Ausweichestellen, durch die geringere Gefahr des Zusammenstofsens, durch die Gleichheit der Construction der Maschinen und durch die Verringerung des Zeitverlustes bei den Ausbiegungen. In Fig. 28. sind rechterhand noch besonders in einer Scale die Ausweichestellen angegeben und mit den nemlichen Buchstaben bezeichnet, wie in der Figur selbst.

In der 29ten Figur ist angenommen, dafs täglich nur 8 Züge von jedem Ende der Bahn abgehen sollen; was der wirkliche Verkehr für mehrere Jahre sein dürfte. Von den 8 Zügen sind 4 für den Verkehr mit Boston bestimmt, und zwar 2 für Passagiere und 2 für Frachten, alle 4 mit 20 miles Geschwindigkeit in der Stunde: die andern 4, für den kleineren Verkehr auf der Insel, und zwar 2 für Passagiere und 2 für Frachten, sollen sich nur 15 miles in der Stunde fortbewegen. Die Zeiten des Abgangs der Züge von Bedford nach Boston sind durch *A, B, C, D,* die Abgangszeiten derselben in der umgekehrten Richtung, nach Brooklyn zu, vom entgegengesetzten östlichen Ende der Bahn her, durch *A′, B′, C′, D′* bezeichnet. *E, F, G, H,* und *E′, F′, G′, H′* bezeichnen die Abgangszeiten der 4 andern Züge für den innern Verkehr an den beiden Enden der Bahn. Es ergeben sich so zwar nur 13 Begegnungen der Züge; aber, da die Züge von dem östlichen Ende der Bahn wegen der unbestimmten Ankunft der Dampfschiffe *stündlich* müssen abgehen können, so sind gleichwohl alle 30 Ausweichestellen nöthig, von welchen bald diese bald jene berührt werden wird.

Die 30te Figur stellt denselben Verkehr auf dieser Eisenbahn unter der Bedingung vor, dafs alle Züge die *gleiche* Geschwindigkeit von 20 miles in der Stunde haben. In diesem Falle liegen die Durchkreuzungen in *gleichen* Entfernungen von einander; in Fig. 29. waren ihre Entfernungen *ungleich.* Hier also sind wieder 9 Ausweichestellen nöthig, und diese sind zugleich hinreichend, wenn auch *jede* Stunde ein Zug von dem einen und dem andern Ende der Bahn abgeht. Zöge man in der Figur die für diesen Fall nöthigen schrägen Linien, so würden sie sich immer auf *derselben* horizontalen Linie kreuzen und also *dieselben* Ausweichestellen treffen. Die 9 Ausweichestellen genügen also selbst für den stärksten Verkehr mit *stündlich* abgehenden Zügen.

17. ***Entwässerung der Bahn.*** Der Querdurchschnitt (Fig. 1.) zeigt, wie die Breite der Bahn eingetheilt ist. Die eine Seite nimmt das gelegte Schienenpaar ein; die andere Seite dient vorläufig, da ein zweites Schienenpaar noch nicht nöthig ist, der Bahn auf dieser Seite einen breitern und

tiefern Abzugsgraben zu geben, als auf der andern Seite Raum findet. Diese Benutzung der leeren Seite ist indessen nur einstweilig, und der Raum bleibt dem zweiten Schienenpaar vorbehalten.

Damit die Bahn *trocken* sei, mufs die Sohle des Grabens tiefer liegen, als die unterste Fläche des Unterbaues der Schienen; denn sonst würde sich das Wasser, wenn der Graben gefüllt ist, zwischen die Hölzer ziehen, statt es davon abzuleiten. Dann mufs aber auch noch die unter den Hölzern befindliche Lage von Kies und Sand oder Steinschlag stets trocken sein. Wir wollen für die Dicke dieser Unterlage 9 Zoll annehmen. Der Boden des Grabens sollte also 9 Zoll tief unter der obern Fläche der Hölzer sich befinden. Liegt Thon und Erde unter den Hölzern, so pflegt man sie auszugraben und an ihre Stelle Sand und Kies zu schütten, der das Wasser durchläfst. Auf dem oben beschriebenen Theil der Long-Island Eisenbahn besteht schon der Boden aus Kies und Sand; weiterhin aber kommen auch andere Erd-Arten vor. Endlich müssen die Böschungen der Gräben hinreichend fest sein, damit das Wasser sie nicht wegspülen und die Gräben verschlämmen könne. Die natürliche Böschung des Sandes ist $1\frac{1}{2}$füfsig. Aber diese Schräge ist zu Abzugsgräben nicht hinreichend; selbst nicht eine zweifüfsige Böschung, weil die Körner des Sandes oder Kieses, wenn sie nicht sehr grofs sind, vom Wasser zu leicht bewegt werden, da sie unter sich fast gar nicht zusammenhängen; aus diesem Grunde behält auch bekanntlich kein Graben im Kiese oder Sande auf die Dauer seine Form.

Die 4te und 5te Figur zeigen den Seitengraben *A* (Fig. 1.) in gröfserem Maafsstabe. In Fig. 4. sind *D* die doppelten Schwellen und in Fig. 5. *B* und *C* die einfachen Schwellen mit Querstücken. Nach Fig. 5. befindet sich der Boden des Grabens 6 Zoll unter *C* und 2 Zoll unter *B*, wenn 4zöllige Querstücke untergelegt werden, und 3 Zoll unter 3zölligen Querstücken *B*. In Fig. 4. liegt der Boden des Grabens 3 Zoll unter der untern Fläche der Schwelle *D*. Sollen unter den Schwellen 9 Zoll hoch Sand oder Kies liegen, so mag dies in Fig. 5. die Linie *mm* anzeigen; und zwar für den Fall einfacher Schwellen *C*. Diese Linie wird dann schon 3 Zoll unter dem Boden des Grabens liegen. Die Bohlen werden daher schon unter Wasser kommen, wenn der Graben auch nur 6 Zoll hoch mit Wasser gefüllt ist; also werden die Gräben ihren Zweck verfehlen. Im Sommer wird der Sand, wenn etwa unter demselben mit Thon gemengte Erde liegen sollte, trocken und staubig werden, und im Winter wird der Frost den Boden aufschwellen und den Unterbau der Bahn

aus seiner Lage bringen. Übrigens wird der Graben nicht seine Form behalten; sondern ein starker Regen wird ihn leicht zerstören und zuschwemmen. Die Figuren 4. *a, b* und *c* machen vorstellig, wie erst die Böschung nach den Schienen hin angegriffen und dann weiter allmälig der Graben zugeschwemmt werden wird. Wer im Frühling die Eisenbahn zwischen Camden und Amboy auf der Washington Strafse gesehen hat, wird daselbst, so wie auch auf andern Eisenbahnen in den vereinigten Staaten, Beispiele davon bemerkt haben. Das Zuschwemmen der Gräben rührt von der zu grofsen Steilheit der Böschungen her. Es ist nicht hinreichend, dafs man die Gräben in der nöthigen Tiefe und Breite aushebt: sie müssen auch nothwendig mit einem festen Stoffe ausgesetzt oder belegt werden, welcher dem Wasser widersteht und ihnen ihre ursprüngliche Form erhält.

Hier in dem vorliegenden Falle ist die Breite und Tiefe der Gräben unzureichend, und würde es selbst dann sein, wenn ihre Böschungen befestigt wären. Es werden sich deshalb in den Frühlingsmonaten immerfort kostbare Reparaturen wiederholen; wie es auch beinahe an allen Amerikanischen Bahnen der Fall ist. Es wäre sehr zu wünschen, dafs man hier das gegenwärtige System änderte, und einige Kosten anwendete, um gröfsere fortlaufende Kosten zu ersparen.

Wir wollen einen Vergleich der Kosten einer bessern Anordnung mit denen der gewöhnlichen anstellen. Wo ein einzelnes Schienenpaar ausreichend ist, wird man insbesondere wohlthun, die Kosten des Raums zu dem zweiten zur Verbesserung des schmalern, für ein Schienenpaar nur $15\frac{1}{2}$ bis $17\frac{1}{2}$ und mit dem Graben $22\frac{1}{3}$ F. breit nöthigen Dammes anzuwenden.

Fig. 16. ist der Querschnitt eines befestigten Dammes zu einem einzelnen Schienenpaar. Die Figur zeigt die Form des Grabens, welche er im Kiese erhalten würde. *nnoo* ist die 9 Zoll hohe Kieslage unter den Schwellen. Die Steine, welche man beim Ausgraben der Erde findet, oder die sonst anderswoher zu nehmen sind, lege man, 3 bis 4 Zoll im Durchmesser, auf die Böschungen der Gräben, und bedecke dieselben damit 9 Zoll dick, und mit etwa $1\frac{1}{4}$füfsiger Schräge; welches ganz hinreichend ist. Dieser Steinbelag wird den Gräben ihre Form sichern, das Wasser von den Hölzern abhalten, und die Unterspülung des Unterbaues der Bahn verhindern. Auch an der andern Seite wird er in Einschnitten die Unterspülung der Böschung des Einschnittes verhindern; wenn anders dieselbe flach genug ist. Auf dem obern Rande des Einschnitts ist ein kleiner Fanggraben nöthig, um das Feldwasser abzuhalten. Dieser Graben

ist *sehr* nöthig, weil sonst das Wasser über die Böschung des Einschnitts in denselben fliefst, erst kleinere, dann gröfsere Räume in die Böschung macht, und dieselben dadurch verunstaltet und zuletzt zerstört. Der Zweck wird noch besser erreicht, wenn man die aus dem Fanggraben genommene Erde *zwischen* denselben und den Rand der Böschung des Einschnitts legt und dadurch einen kleinen Damm bildet. Die Bewehrung sollte an der *Aufsenseite* des Fanggrabens stehen, damit die Eigener der Eisenbahn den Graben stets offen erhalten lassen können. Der Unterbau der Bahn sollte nun nicht wieder tiefer gesenkt, sondern einfach auf das Kieslager gelegt werden, so dafs die untere Fläche der Schwellen 12 Zoll hoch über dem Boden des Grabens zu liegen kommt. Zwischen die Schwellen, und bis zur obern Fläche der Querhölzer, wird Kies gestampft. Die Steine, zumal wenn sie etwas grofs sind, werden immer das Wasser von der Bahn nach dem Graben hin durchziehen lassen; selbst ohne dafs es die Kies-Unterlage *nnoo* erreicht.

Fig. 15. zeigt, wie die Seitengräben geformt werden können, wo es an Steinen nicht fehlt, oder wo der Grund und Boden so theuer ist, dafs man selbst wenige Fufs in der Breite noch zu sparen suchen mufs. Es sind nach Fig. 15. 3 F. weniger Breite zu der Eisenbahn nöthig. Nach Fig. 16. werden zusammen 22 F. 4 Zoll Breite nöthig sein, nach Fig. 15. blofs 19 F. 4 Zoll. Die Form Fig. 15. pafst auch für Einschnitte in Felsen.

Die beiden Figuren 15. und 16. stellen blofs die Hälfte des Querschnitts der Bahn vor; die andere Hälfte ist der vorgestellten ganz gleich. *C'* ist die Mittellinie. Für den Fall, dafs künftig ein zweites Schienenpaar gelegt werden soll, zeigen die *punctirten* Linien rechts in beiden Figuren die nöthige Verbreitung und die neuen Seitengräben. Dann rückt die Mittellinie der Bahn nach *C''*. Die mehr erforderliche Breite beträgt 10 F. 8 Zoll. Diese mehr erforderliche Breite wird *ganz an einer Seite* hinzugesetzt, damit das schon vorhandene Schienenpaar ungestört liegen bleiben könne; der Graben wird alsbald zugeschüttet. Selbst wenn man 4 F. breit von dem vorhandenen Schienenpaar ab unberührt läfst, bleibt [ehe der neue Graben gemacht ist] immer noch 14½ F. breit, also Raum genug übrig zum Transport der Erde und zu den übrigen Arbeiten zu dem zweiten Schienenpaar.

Es wird zum Vergleich der Kosten eine Berechnung derselben für die gewöhnliche und für die veränderte Einrichtung nöthig sein. Wir wollen einen Einschnitt von 100 F. lang und 12 F. tief annehmen. [Da es hier wieder nur auf eine *Vergleichung* ankommt, so sind die fremden Maafse

und das Geld nicht auf Preufsische reducirt D. H.]. Je gröfser die Tiefe, je gröfser wird die Ersparung sein. Wir beziehen uns auf Fig. 16.

Der Einschnitt von 100 F. lang, 12 F. tief und unten 23 F. breit, enthält . . .	1822,2 Cub. Yards.	
Dazu die Seitengräben	40,7 – –	
Thut		1862,9 C. Y.
Der Einschnitt von 100 F. lang, 12 F. tief, wie gewöhnlich 26 F. breit, enthält	1955,5 Cub. Yards.	
Dazu die Seitengräben	11,1 – –	
Thut		1966,6 – –
Also sind nach der vorgeschlagenen Art weniger auszugraben		103,7 C. Y.
Der Preis für den Cubik-Yard, mit Transport nach einer Aufdämmung hin, werde zu 20 Cents angenommen; was das geringste sein wird: thut für den, unten 26 F. breiten Ausschnitt, für 1966,6 C. Y., zu 20 Cents, ...		393,32 Dollars.
Und für den unten 23 F. breiten Ausschnitt, für 1862,9 C. Y., zu 20 Cents, ...	372,58 D.	
Für das Legen der Steine, 38,8 Cub. Y., zu 20 Cents, ...	7,76 –	
Zusammen		380,34 –
Also für die vorgeschlagene Art weniger		12,98 Dollars

auf 100 F. lang; giebt auf die (Preufsische) Meile 4562 Thlr. 4 Sgr.

Es ist noch auf die Belegung der Böschungen zu rechnen. Diese Belegung und deren Besamung ist bei allen Erd-Arten und bei allen Eisenbahnen eine nothwendige Vorsicht, und die Kosten derselben, wie alle andern zu den erforderlichen Wasser-Abzügen, sind keine überflüssigen Ausgaben, sondern gereichen zur wahren Ersparung. Unterläfst man die Befestigung der Böschungen, so sind fortwährende Reparaturen und eine wesentliche Verminderung der Dividende die Folge. Gräben ohne befestigte Böschungen sind ohne Nutzen. Die einzige Böschung hier an der Long-Island Eisenbahn, welche ihre Form behalten hat, ist mit Erde belegt und besäet; sie ist fest geworden, und haltbar; selbst gegen den stärksten Regen. Eine solche Befestigung hindert die Erde am Hinabgleiten in die Gräben; sie hindert die Beschädigung der anstofsenden Grundstücke, welche durch Zerstörung der Böschungen nicht ungewöhnlich ist; sie sichert die Bewehrungen; sie erspart manche Ausbes-

serungen und die beständige Wartung. Um die Böschungen eines Einschnitts zu befestigen, legt man beim Ausgraben erst die obere Schicht tragbarer Erde bei Seite, bringt sie nach geschehener Ausgrabung auf die Böschungen, und besäet dieselben. Die auszugrabende Masse ist schon oben berechnet und es sind nur noch die Kosten des Wieder-Auflegens der tragbaren Erde anzusetzen. Der Preis von 20 Cents für den Cub. Yard bezieht sich auf das Wegschaffen durch Karren oder Wagen auf einige Entfernung. Für das Beiseitlegen der obern Erde ist nur 12 Cents zu rechnen. Das Wieder-Auflegen auf die Böschungen wird 16, und mit der Besamung 20 Cents kosten; im Ganzen also werden 32 Cents nöthig sein; statt 20; und mithin 12 Cents mehr. Der Böschungsbelag enthält 13,2 Cub. Yard auf 100 F. lang und 12 F. tief, thut 2,64 Dollars. Diese 2,64 D. von den obigen Ersparungen von 12,98 D. abgezogen, läfst noch 10,34 D.; was für die (Preufsische) Meile noch 3634 Thlr. 7 Sgr. ausmacht.

Noch ist ein anderer Abzug von der Ersparung zu machen; wegen der hinzukommenden Breite in den Ausweichestellen, welche 81 Ruthen (Preufsisch) lang anzunehmen sind, damit mehr als ein Wagenzug darauf Raum finde. Macht man auf je 4273 R. (10 miles) eine Ausweichestelle, so wird dies, die Kosten der Erd-Arbeit zu 80 000 Thlr. für die (Pr.) Meile angeschlagen (13 000 D. für die mile), etwa 1331 Thlr. auf die Pr. Meile betragen, und es werden also noch 2303 Thlr. 7 Sgr. an Ersparung übrig bleiben. Die Ausweichestellen für die Interimszüge des innern Verkehrs können an die Enden der Einschnitte gelegt werden, und dann ist die Mehr-Ausgabe, also der Abzug dafür, geringer.

Vielleicht ist durch das Vorstehende der Nutzen der vorgeschlagenen Veränderung dargethan worden. Wir haben zuerst gezeigt, dafs 25 F. 3 Z. Breite für zwei Schienenpaare, rücksichtlich der Sicherheit der Bahn und der Wasser-Abzüge, nicht zureichend sind. Dann sind wir der Meinung, dafs ein einzelnes Schienenpaar für jeden Verkehr, der hier Statt finden dürfte, für mehrere Jahre zulänglich sein dürfte; sogar dann, wenn der Verkehr so beträchtlich werden sollte, wie zwischen Boston und Providence; welchen er wahrscheinlich nie übersteigen wird. Durch ein einzelnes Schienenpaar würden aber die aus Mangel an Raum für zwei Schienenpaare entstehenden Übelstände gehoben werden, und man würde noch 2303 Thlr. 7 Sgr. für die Pr. Meile ersparen. Jetzt ist zwar auf zwei Schienenpaare gerechnet, aber nur eins ist gelegt. Und da nun Eins ansreichend ist, so würde die vorgeschlagene verbesserte Einrichtung

des Dammes und der Gräben viele fortdauernde Reparaturkosten ersparen und also die Dividende verhältnifsmäfsig vergröfsern.

18. *Von den Schwellenbohlen.* Nach der obigen Beschreibung kommen hier zwei Arten von Schwellen aus Bohlen in dem Unterbau der Eisenbahn vor. Die eine aus einfachen, die andere aus doppelt auf einander gelegten Bohlen. Legte man einfache Bohlen von 3 bis 4 Zoll dick, so wurden unter die Stöfse, sowohl der Schienen- als der Schwellenbohlen, andere Bohlenstücke von 3 bis 4 F. lang untergelegt, um diese Puncte zu verstärken; wie es bei *B* und *C* in Fig. 2., 3. und 5. zu sehen ist. Es ist aber schwierig, den Boden unter den Schwellen mit den Bohlenstücken daneben in eine Ebene zu bringen und das Sandbett, auf welchem die 3 Breiten lagern sollen, gleichförmig fest zu machen. Die Folge davon ist, dafs die Quer-Unterlagen, statt auf alle drei Bohlen sich zu stützen, anfangs blofs auf einer aufliegen; sie setzen sich daher, wenn die ersten Wagenzüge darüber hingehen. Daher war man der Meinung, dafs die Unterstützung durch doppelte Bohlen, fugendeckend über einander gelegt, eine stärkere und gleichförmigere Tragkraft gewähre; auch ist dazu wenig mehr nöthig, als zu der andern Art, mit einfachen Bohlen und mit Verstärkung der Stöfse durch einzelne Stücke. Die Bohlen nemlich sind 12 bis 18, im Durchschnitt also 15 F. lang [nicht reducirt auf Pr. Maafs. D. H.]. Dieses thut 352 Bohlen auf die Meile, folglich 352 Stöfse, und zu jedem zwei Verstärkungsstücke von 3 F. lang, folglich 6 F. Bohlen. Die Eisenschienen sind ebenfalls 15 F. lang; dies giebt ebenso viele Stöfse und ebenso viele Verstärkungsstücke. Die Bohlen sind im Durchschnitt 9 Zoll breit, also enthalten die Verstärkungsstücke unter 704 Stöfsen, zu 6 F., 4224 laufende Fufs Bohlen und 9504 *Brettmaafs* Bauholz. Das Brettmaafs (one foot Board measure) ist in Amerika als Einheit des Körpermaafses für alle Bauhölzer, Bretter und Latten üblich, und 12 Zoll lang, 12 Zoll breit und 1 Zoll hoch; enthält also 144 Cub. Zoll. Legt man nun statt der einfachen Bohlen, mit Verstärkungsstücken an den Fugen, doppelte Bohlen, so sind für die zweiten Bohlen 5280 laufende Fufs Bohlen oder 11 946 Brettmaafs Bauholz nöthig, mithin nur 1542 Brettmaafs für eine und 3084 für beide Schienen mehr; was zu 14 Doll. für 1000 F. [etwa 7 Sgr. 10 Pf. für den Cub. F. Preufs.], 43,17 Doll. auf die mile [etwa 288 Thlr. für die Meile Pr.] giebt. Die doppelten Schwellen können auch noch bedeutend verstärkt werden, mittels zweier Nägel, durch beide hindurchgeschlagen, den einen von unten, den andern von oben.

19. ***Querhölzer unter den Schienen.*** Die Querhölzer der Eisenbahnen auf Long-Island, zwischen Boston und Providence, un dbei Stonington, sind aus dem Holze der ***weifsen Ceder.*** Es giebt in den Vereinigten-Staaten zwei Arten Cedern. Die eine Art ist die ***wirkliche Ceder,*** oder Juniper (Cupressa thyoïdes); sie wächst längs der Küste von Süd-Carolina bis Connecticut, aber nicht weiter nördlich. Die andere Art (Thuja occidentalis), aus deren Holze in der Long-Island Eisenbahn die Querstücke unter den Schienen sind, heifst hier gewöhnlich ***American arbor vitae;*** auch ist sie in den nördlichen Staaten unter dem Namen der ***weifsen Ceder*** bekannt; sie findet sich im Überflufs in Vermont, Maine und Unter-Canada. Die Insel Goats-Island, welche den Niagara-Wasserfall theilt, ist bedeckt mit diesem Baume. Sein Laub ist immergrün, das Holz ist weicher als das der weifsen Tanne, und die Nägel sind darin wenig haltbar. Es ist aber recht dauerhaft. In die Erde gegrabene Zaunpfähle dauern 35 bis 40 Jahre; Zaunriegel bis 60 Jahre. Der Cubikfufs dieses Holzes wiegt 36¼ Pfd. Die Querstücke der Long-Island Eisenbahn kamen aus der Gegend von Bangor im Staate Maine. Ein weit besseres Holz, und das härteste und dauerhafteste, welches man hier zu verarbeiten pflegt, ist zu der Eisenbahn von Brooklyn bis Jamaica genommen. Hier sind die Querstücke vom Holze der ***rothen Ceder*** (Juniperus Virginiani), auch zuweilen ***Savin*** genannt. Dieses Holz ist viel zäher und dauerhafter als das Holz der weifsen Ceder. Es wächst im Überflufs in Virginien, auf der Insel Cedar-Island im Champlain-See, und an dessen Küsten; doch nicht über 45 Grad nördlicher Breite hinaus; ferner an den östlichen Küsten von Florida, und rund um den Mexicanischen Meerbusen. Der Baum trägt immergrünes Laub und Beeren wie der Wachholder. Sein Holz ist dunkler als das der weifsen Ceder, und beinahe roth. Der Stamm ist niedriger und weniger dick. Der Cubikfufs dieses Holzes wiegt 36½ Pfd. Der ***Hemlock*** (Hemlock spruce, Abies canadiensis), aus dessen Holze die Grundschwellen gemacht sind, wächst in den nördlichen Staaten; er macht drei Viertheile der Waldhölzer in New-Hampshire, Maine und Vermont aus und wird auch an den Ufern des Hudson und auf den Calskillgebirgen im Staate New-York gefunden. In Canada, wo ihn die französischen Einwohner Perusse nennen, füllt er die grofsen Wälder an der Hudsons-Bay, am See St John, bei Quebec, Nova-Scolia und New-Brunswick. Südlicher kommt er selten vor, und in Menge blofs noch auf den Höhen der Alleghany-Gebirge. Dieser Baum wird 70 bis 80 F. hoch und 6 bis 9 F. dick; sein Laub ist etwa ½ Zoll lang; das Holz ist grobjährig und

von der Farbe des Holzes der deutschen Rothtanne oder Preufsischen Fichte (nicht Kiefer). Es ist härter als Weifstannenholz, und die Nägel haften darin besser. An feuchten Arten verdirbt es leicht. Zaunpfähle stehen nur 15 Jahre. Der Cubikfufs dieses Holzes wiegt 32½ Pfund. Das Hemlockholz zu den Schwellen der Long-Island Eisenbahn kam zum Theil aus Maine, zum Theil aus New-York.

Unter die Stöfse der Schienen legte man, wie schon oben bemerkt, die *stärksten* Querhölzer: gleichwohl, und selbst ungeachtet der zur Verstärkung noch untergelegten Bohlenstücke, war die Bahn an diesen Stellen augenscheinlich schwach, und man bemerkte hie und da, dafs sie ein wenig nachgab, wenn die Wagenzüge darüber hingingen, und dafs die Nägel lose wurden und der unterliegende Sand geschüttelt und aufgerührt ward; was sich bei den andern Querstücken nicht zeigte, und woraus also folgte, dafs die zur Verstärkung der Stöfse angewendeten Mittel nicht zureichten. Die Art, den Schienenstuhl auf das Querstück zu befestigen, ist hier in der That nicht gut; aber diese Art der Befestigung ist auch nicht die Ursach des Übels allein. Wäre der Schienenstuhl so versichert, dafs die *Nägel* nicht lose werden können, so würden die Schläge, welche das Querstück und seine Unterlagen durch jeden darüber hingehenden Zug empfangen, nicht so stark sein, indem das Gewicht und der Widerstand der Erde, mit welcher das Holz umgeben ist, die Schienen mehr verhindern würde, nachzugeben. Und wäre umgekehrt dieser Unterbau stark genug, so würde vom ersten Zuge an kein verticaler Stofs die Nägel heben, lösen, oder herausziehen können. Um dem Übel zu begegnen, hat der Ingenieur der Baltimore-Susquehanna Eisenbahn folgende Einrichtung gemacht, die sich bewährt hat. Es sind dort nach Fig. 17. unter jeden Schienenstofs *zwei* Querstücke gelegt worden, um dadurch den Druck und Stofs zu vertheilen. Diese beiden Querstücke *a, a* Fig. 14. ruhen hier auf einem Steinschlag; *b* ist ein 3 F. langer, in die Querstücke eingekämmter Träger. Der Schienenstuhl *c* trifft unter den Stofs der Schienen *d, d.* Auf diese Weise wird der Druck und Stofs auf zwei Querstücke vertheilt, und, in Rücksicht auf die gröfsere Fläche der Unterlagen, ist der Widerstand etwa verdreifacht. Die Querstücke zwischen den Stöfsen sind auf die gewöhnliche Weise mit den Schienen verbunden. Da nach dieser Art die Querhölzer unter den Schienenstöfsen *niedriger* liegen müssen als die übrigen, so entsteht in der Unterstützung durch die Schwellen eine Unterbrechung. Diese kann indessen leicht vermieden und die Ununterbrochenheit der Schwellen kann erhalten werden, wenn man statt des

Querstücks *b* und des Schienenstuhls *c* einen Sattel aus gegossenem Eisen legt, der die beiden Querhölzer verbindet; welcher Sattel dann nur in die Querstücke, ohne sie zu sehr zu schwächen, 1 Zoll tief versenkt werden darf. Die Mitte des Sattels müfste erhöht sein, um die beiden Schienen-Enden aufzunehmen. Dadurch würde auf gleiche Weise der Druck und Stofs auf die beiden Querhölzer vertheilt werden. Da indessen ein Sattel von Eisen ziemlich schwer und also theuer sein würde, so wird man darauf vielleicht nicht eingehen wollen. Man müfste also entweder wieder bei dem einfachen Querstück bleiben, oder Herrn *Frimble's* Methode müfste geändert und für die Gründung auf Schwellen passend gemacht werden. Man würde diesen Zweck durch ein Querstück erreichen, welches so breit wäre, als zwei andere; aber da dergleichen nicht wohl zu finden sind, so könnte man nach Fig. 18. verfahren. Das die Querstücke kreuzende, 3 bis 4 F. lange, 8 Zoll hohe und 10 Zoll breite Holz *a, a* ruht fest auf der Schwelle; es ist fest mit den Querstücken verbunden und darin eingekämmt; die Querhölzer können $2\frac{1}{2}$ bis 3 F. von einander entfernt sein. Dadurch wird der Unterbau unter den Schienenstöfsen bedeutend verstärkt werden. Der Schienenstuhl würde in der Mitte des Querstücks auf denselben nach der gewöhnlichen Art befestigt werden.

Ferner ist noch eine Verbesserung der Schienenstühle zu wünschen. Wir wollen in dieser Beziehung zunächst den Unterbau der Jamaica-Eisenbahn beschreiben; wie ihn Herr *Douglas* entworfen und ausgeführt hat. Fig. 26. stellt die Schienen dieser Bahn vor, und Fig. 23. und 24. den Stuhl dazu. Der Vorsprung an der untern Fläche des Stuhls gestattet den Schienen, tiefer in das Querholz einzugreifen. Dieser Vorsprung ist genau in das Querholz eingelassen. Die Schiene wird dadurch sehr stark gegen den Seitendruck gesichert, welcher jetzt ganz auf die Querstücke geleitet wird. Da die Nägel, welche den Stuhl festhalten, hier weniger angegriffen werden, so können sie schwächer sein. Man hat zu diesen Stühlen *Schraubennägel* von $\frac{5}{8}$ Zoll dick genommen, die noch nicht den dritten Theil des Gewichts der gewöhnlichen Nägel haben, z. B. derer für die Schienen der Providence-Eisenbahn. Man hat hier auch bemerkt, dafs die Schrauben viel seltner lose und herausgeworfen wurden, als gewöhnliche Nägel. Fig. 25. zeigt die Form und das Maafs der Schraubennägel. Fig. 27. stellt den Oberbau der Jamaica-Eisenbahn vor. *a, a* sind die Stühle für die gewöhnliche Spurweite (von 4 F. $8\frac{1}{2}$ Z. Engl.); *b* ist der Querträger. Er ruht auf den platten Steinen *c, c,* welche 20 Z. lang und breit und 4 Z. dick sind. Diese Steine hat man auf den natürlichen Boden

gelegt; von welcher Art auch die Erde sein mochte. Diese Eisenbahn-Construction hat sich zweckmäfsiger als die irgend einer andern Amerikanischen Bahn gezeigt. Herr *Douglas* gedenkt, sie noch mehr zu verstärken; besonders in der Fundamentirung.

Der Schienenstuhl nun, welchen wir hier vorschlagen wollen, soll ebenfalls die Eigenschaft des *Douglas*sischen Stuhls haben, welcher die Nägel oder Schrauben gegen den Seitendruck schützt. Dieser Zweck wird sich erreichen lassen, auch ohne den Stuhl so tief, als Herr *Douglas* es thut, in das Holz zu versenken; welche Versenkung eben keinen grofsen Vortheil hat [vielmehr wohl den Nachtheil, dafs das Holz, wegen des darin gemachten, nicht durchgehenden Lochs, viel schneller verfaulen wird. D. H.]. Die Form der Schienen der Long-Island Eisenbahn ist oben beschrieben und durch Fig. 10. vorgestellt, der Stuhl dazu in Fig. 8. und 9.; den für dieselbe Schienen-Art auf den Eisenbahnen bei Stonington und zwischen Boston und Providence angewendeten Stuhl stellen Fig. 19. und 20. vor. Er unterscheidet sich von dem Long-Island Stuhl durch die Stelle der Nagellöcher. Die Vorsprünge *b, b* Fig. 8. des Long-Islands Stuhls greifen in correspondirende Einschnitte an den Enden der Schienen, und hindern sie, in Folge des Schubes der Triebräder des Dampfwagens der Länge nach auszuweichen. Die Schienen, *so* an einem Ende festgehalten, können sich gleichwohl frei ausdehnen und zusammenziehen, da ihr anderes Ende frei ist. Der Stuhl Fig. 19. und 20. hat die Nagellöcher so, dafs die Nägel in die Einschnitte passen, die sich an beiden Enden der Schienen befinden. Die Schiene wird also hier der Länge nach nicht durch einen Vorsprung am Stuhl, sondern durch die Nägel selbst festgehalten. Der Stuhl ist hier blofs als eine Platte zu betrachten, auf welcher die Schienen aufliegen. Sind die Nägel lose geworden, so sind es auch die Schienen; und sind sie an der einen Seite lose geworden, so hebt sich die Schiene und setzt den Wagenrädern ein gefährliches Hindernifs entgegen. Zwar läfst die grofse Stärke der Schienen ihre Enden nicht so leicht ausweichen, wie etwa Plattschienen. Indessen ist immer noch die Gefahr vorhanden, dafs die Wagen aus dem Geleise geworfen werden, wenn die Schienen auch nur $\frac{1}{2}$ oder $\frac{3}{4}$ Z. sich heben; was vorkommt. Diese Gefahr würde wesentlich vermindert werden, wenn man die Schienen durch den Stuhl so mit einander verbände, dafs die eine sich nicht heben kann, ohne dafs mit der andern das Gleiche geschieht. Die Schienen würden dann zwar den ganzen Stuhl heben, aber nicht eine gegen die andere vortreten können. Der Stuhl Fig. 21. und 22. würde die-

ses leisten. In Fig. 22. ist *a* der Vorsprung, welcher das eine Ende der Schiene fafst; der andere Vorsprung *b*, Fig. 21., im Profil *b'*, ist ***beweglich*** und pafst in die Vorsprünge *c, c* Fig. 22. Durch das kleine Querloch in *c, c,* welches mit demjenigen in *b* correspondirt, wird ein keilförmiger Splint getrieben und durch denselben das Stück *b* sehr scharf gegen die Schiene geprefst; welches dann dieselbe wieder gegen die andere vorspringende Seite *d* des Stuhles treibt und sie also dadurch und durch den Vorsprung *e* des Stücks *b* hindert, sich zu heben. Da die gewalzten Schienen selten mit den Enden genau zusammenpassen, so werden sie jetzt nachgeschnitten; was sonst nicht geschah. Es ist aber zu wünschen, dafs dieses Nachschneiden sogleich in der Schienenfabrik geschehe; wo es wohlfeiler und besser gemacht werden kann, als anderswo. Die Stühle können so gegossen werden, dafs sie bis auf 1 Linie breit passen; und dann würde die Verbindung, weder an dem Keil, noch in dem Loche, nachgeben können. Je genauer die Stühle passen: je besser ist es. Der Vorsprung *d,* Fig. 21., unter dem Boden des Stuhls, ist bestimmt, in das Querholz eingelassen zu werden; und so werden dann die Nägel fast ganz gegen den Seitendruck gesichert. Der kleine Vorsprung *a* pafst in einen correspondirenden Einschnitt an dem einen Ende der Schiene, um dieselbe der Länge nach festzuhalten. Zur Befestigung dieser Stühle sollte man $\frac{1}{2}$ Zoll dicke Schrauben nehmen, da die Erfahrung gezeigt hat, dafs Nägel zu leicht lose werden. Solche Schrauben, in Verbindung mit den beschriebenen Vorsprüngen, werden den Stuhl sehr festhalten; und da die Schrauben nur den dritten Theil des Eisens der sonst nöthigen Nägel erfordern, so werden die Kosten dadurch nicht erhöht werden. Ein solcher Stuhl wird etwa $11\frac{2}{3}$ Pfd. wiegen. Zur Befestigung der Stühle ***zwischen*** den Schienenstöfsen haben sich die gehackten Nägel Fig. 12. nützlich gezeigt; doch ist auch hier noch das Bessere zu wünschen. Wenn man die Schienen sehr stark und schwer macht, so reichen die Nägel zwar aus; aber sie lösen sich; und es wird nicht wenig Eisen durch neue Nägel, die man an neuen Stellen des Holzes einschlägt, verschwendet. Auf einem festen Unterbau ist die jetzige Construction allerdings fester, als eigentlich nöthig, aber kaum fest genug auf einem mangelhaften Unterbau. Verbesserte man die Construction, so würde man ohne Nachtheil leichtere Schienen nehmen können; und das würde die etwaige Ersparung am leichten Unterbau ersetzen. Insbesondere ist eine stärkere Art der Festnagelung der Schienen zu wünschen; und schwerlich dürfte irgend eine Befestigung durch Nägel so stark sein, als durch gegossene Eisenstücke von geeigneter

Form, welche die Schienen fassen und sie durch einen Bolzen oder eine Schraube festhalten.

Die Schienen der ersten Strecke der Long-Island Eisenbahn sind sehr stark und, mit Ausnahme der noch um $\frac{1}{6}$ Pfd. auf den laufenden Fufs schwereren Schienen der Stonington Bahn, oder der Schienen der Eisenbahn zwischen Baltimore und Susquehanna, die um 1 Pfd. der laufende Fufs schwerer sind, die schwersten in den Vereinigten Staaten. Ihre Einfachheit ist ihre beste Eigenschaft; auch können sie leicht und durch gewöhnliche Arbeiter gelegt werden. Stühle befinden sich blofs bei den Stöfsen. Diese Art Schienen pafst insbesondere für einen hölzernen Unterbau, und ist auch allenfalls haltbar auf einem weniger festen, gleichsam vorläufigen Unterbau. Sie ist also practisch als die beste in Nord-Amerika zu erachten. Es giebt mehrere andere Arten von Schienen dort, welche, insbesondere die der Jamaicabahn, auf einem starken Unterbau in jeder Rücksicht noch besser sind; aber auf einem hölzernen Unterbau würden sie wenig fest sein. Sie passen für eine frühere, festere Construction, und sind für die jetzige, leichtere Art wenig anwendbar.

Kostenberechnung

der Erd-Arbeiten, Brücken und Bewehrungen des südlichen Theils der 1839 entworfenen Eisenbahn zwischen New-York und Albany. Das Terrain ist ziemlich hügelig und der Boden felsig und steinig. [Maafs und Geld ist auf das Preufsische reducirt. D. H.]

Erster Abschnitt, vom Harlaemflufs bis zur Grenze zwischen den Orten Eastchester und Westchester, 2791 Ruthen lang.

Rodung von 18,62 Morgen Land, zusammen . .	960 Thlr.	—	Sgr.
Abgrabung und Transport von 21 936 Sch. R. gewöhnlicher Erde, zu 1 Thlr. 14¾ Sgr., ...	32 700	– 6	–
Sprengung und Transport von 687 Sch. R. Felsen, zu 8 Thlr. 8⅔ Sgr., ...	5 688	– 11	–
34⅓ Sch. R. Mauerwerk in 8 Durchlässen, zu 24 Thlr. 25 Sgr., ...	852	– 13	–
49 Sch. R. Mauerwerk in einer Brücke von 20 F. Spannung, zu 24 Thlr. 25 Sgr., ...	1 216	– 25	–
Bis hierher	41 417 Thlr.	25	Sgr.

Bis hierher	41 417 Thlr.	25 Sgr.	
37⅓ Sch. R. Mauerwerk in einer Brücke über den Bronxflufs, zu 33 Thlr. 4 Sgr.,	1239	-	28 -
Oberbau der Brücken	1024	-	— -
86 Sch. R. Gräben, zu 2 Thlr. 14½ Sgr.,	213	-	17 -
Bewehrungen, 5582 Ruthen, zu 1 Thlr. 10 Sgr.,	7442	-	20 -
Zusammen	51 328 Thlr.	— Sgr.	

Zweiter Abschnitt, von der Grenze zwischen Eastchester und Westchester bis zur Grenze zwischen Scarsdale und Whithe-Plains, 4370 Ruthen lang.

Rodung von 44,37 Morgen Land, zusammen	1877 Thlr.	10 Sgr.	
Abgrabung und Transport von 54 639 Sch. R. gewöhnlicher Erde, zu 1 Thlr. 14¾ Sgr.,	81 503	-	5 -
Sprengung und Transport von 6010 Sch. R. Felsen, zu 8 Thlr. 8⅔ Sgr.,	49 762	-	24 -
112 Sch. R. Mauerwerk in 15 Durchlässen, zu 24 Thlr. 25 Sgr.,	2793	-	23 -
103 Sch. R. Gräben, zu 2 Thlr. 14½ Sgr.,	254	-	24 -
8740 Ruthen Bewehrungen, zu 1 Thlr. 10 Sgr.,	11 653	-	10 -
Zusammen	147 845 Thlr.	16 Sgr.	

Dritter Abschnitt, von der Grenze zwischen Scarsdale und White-Plate bis zur Grenze zwischen Mount-Pleasant und Newcastle, 3844 Ruthen lang.

Rodung von 24,56 Morgen Land, zusammen	1013 Thlr.	10 Sgr.	
Abgrabung und Transport von 78 515 Sch. R. gewöhnlicher Erde, zu 1 Thlr. 14¾ Sgr.,	117 127	-	16 -
Sprengung und Transport von 2440 Sch. R. Felsen, zu 8 Thlr. 8⅔ Sgr.,	20 203	-	6 -
186 Sch. R. Mauerwerk in 19 Durchlässen, zu 24 Thlr. 25 Sgr.,	4619	-	— -
51½ Sch. R. desgleichen in der Brücke über den Bronxflufs, zu 33 Thlr. 4 Sgr.,	1706	-	11 -
46 Sch. R. desgleichen in einer Communicationsbrücke, zu 24 Thlr. 25 Sgr.,	1142	-	10 -
Oberbau der Brücken	1052	-	12 -
230 Sch. R. Gräben, zu 2 Thlr. 14½ Sgr.,	571	-	5 -
7688 Ruthen Bewehrungen, zu 1 Thlr. 10 Sgr.,	10 250	-	20 -
Zusammen	157 676 Thlr.	10 Sgr.	

Vierter Abschnitt, von der Grenze zwischen Mount-Pleasant und Newcastle bis zur Grenze zwischen Bedford und South-Salem, 3625 Ruthen lang.

Rodung von 22,26 Morgen Land, zusammen . .	1066 Thlr.	20 Sgr.	
Abgraben und Transport von 101 657 Sch. R. gewöhnlicher Erde, zu 1 Thlr. $14\frac{3}{4}$ Sgr., ...	151 711	–	21 –
Sprengen und Transport von 2060 Sch. R. Felsen, zu 8 Thlr. $8\frac{2}{5}$ Sgr., ...	17 056	–	24 –
188 Sch. R. Mauerwerk in 20 Durchlässen, zu 24 Thlr. 25 Sgr., ...	4698	–	20 –
103 Sch. R. desgleichen in einer Brücke über den Cross-Flufs, zu 33 Thlr. 4 Sgr., ...	3412	–	22 –
Oberbau dieser Brücken	1080	–	27 –
189 Sch. R. Gräben, zu 2 Thlr. $14\frac{1}{2}$ Sgr., . .	469	–	11 –
7250 Ruthen Bewehrungen, zu 1 Thlr. 10 Sgr., .	9666	–	20 –
Zusammen	189 173 Thlr.	15 Sgr.	

Fünfter Abschnitt, von der Grenze zwischen Bedford und South-Salem bis zur Grenze von Westchester- und Putnam-County, 3480 R. lang.

Rodung von 23,76 Morgen Land, zusammen . .	1041 Thlr.	2 Sgr.	
Abgraben und Transport von 61 923 Sch. R. gewöhnlicher Erde, zu 1 Thlr. $14\frac{3}{4}$ Sgr., ...	92 368	–	14 –
Sprengen und Transport von 343 Sch. R. Felsen, zu 8 Thlr. $8\frac{2}{5}$ Sgr., ...	2840	–	1 –
86 Sch. R. Futtermauern, zu 8 Thlr. $8\frac{2}{5}$ Sgr., . .	712	–	23 –
$78\frac{1}{2}$ Sch. R. Mauerwerk in 10 Durchlässen, zu 24 Thlr. 25 Sgr., ...	1949	–	13 –
$51\frac{1}{2}$ Sch. R. Mauerwerk in der Brücke über den Titicus-Flufs, zu 33 Thlr. 4 Sgr., ...	1706	–	11 –
38 Sch. R. Mauerwerk in zwei grofsen Durchlässen, zu 24 Thlr. 25 Sgr., ...	943	–	20 –
Oberbau der Brücken	440	–	26 –
192 Sch. R. Gräben, zu 2 Thlr. $14\frac{1}{2}$ Sgr., . . .	476	–	24 –
6960 Ruthen Bewehrungen, 1 Thlr. 10 Sgr., . .	9280	–	— –
Zusammen	111 759 Thlr.	14 Sgr.	

Zusammenstellung.

Erster Abschnitt, 2791 R. lang, . . .	51 328	Thlr.	— Sgr.
Zweiter Abschnitt, 4370 R. lang, . . .	147 845	-	16 -
Dritter Abschnitt, 3844 R. lang, . . .	157 676	-	10 -
Vierter Abschnitt, 3625 R. lang, . . .	189 173	-	15 -
Fünfter Abschnitt, 3480 R. lang, . . .	111 759	-	14 -
Zusammen 18 110 R. Strafse . .	657 782	Thlr.	25 Sgr.
Hiezu für Aufsicht und zufällige Ausgaben, 10 pro cent, thut	65 778	-	8 -
Zusammen	723 561	Thlr.	3 Sgr.
Thut im Durchschnitt für die Meile . .	79 902	Thlr.	

Auf dem durch Herr *Morgan* vermessenen Theil der Eisenbahn von der nördlichen Grenze von Westchester-County bis nach Greenbush, Albany gegenüber, 42 018 Ruthen lang, werden die Rodung, der Damm, die Brücken und die Bewehrungen kosten . . . . . 1 290 312 Thlr. 18 Sgr.

Hiezu die obigen . . . . . 723 561 - 3 -

Thut für die gesammten 60 129 Ruthen Damm 2 013 873 Thlr. 21 Sgr.

und im Durchschnitt auf die Meile 66 984 Thlr.

Die Bahn selbst, mit *einem Paar* auf Holz genagelter Schienen und mit hölzernem Unterbau, wird auf die Meile etwa 35 278 Thlr. und auf die ganze Länge . . . . . 1 060 640 - 15 -

kosten, thut . . . . . 3 074 514 Thlr. 6 Sgr.

Hiezu 10 pro cent für Ausweichestellen . . . 307 451 - 13 -

Thut zusammen für die ganze 60 129 R. lange Eisenbahn 3 381 965 Thlr. 19 Sgr. und auf die Meile etwa 110 827 Thlr. Unter diesen Kosten sind aber nicht die des Grund- und Bodens, der Entschädigung für wegzuräumende Gebäude, der zum Transport nöthigen Maschinen und Wagen, der Wagenhäuser, Schuppen und anderer Gebäude begriffen. Werden, statt der platten Schienen auf Holz, hochkantig tragende eiserne Schienen gelegt, so kommen für die Meile noch 23 964 Thlr. hinzu; und werden statt eines Schienenpaars mit Ausweichestellen, zwei Schienenpaare gelegt, noch ferner 13 980 Thlr.

Für den Oberbau der Eisenbahn zwischen Philipsburgh und Jamaica, mit Dampfwagen von 15 bis 20 Pferden Kraft zu befahren, hat der Ingenieur Herr *Moncure Robinson* im Jahre 1837 folgende Construction vorgeschlagen.

Es werden 7 F. 7 Z. lange, aus 11½zölligem Holz, 9¾ Zoll hoch gebeilte Querstücke, vom Holze der weifsen oder Post-Eiche, 4 F. 10 Z. von Mitte zu Mitte von einander entfernt auf den geebneten Boden gelegt. Auf diese Querhölzer eingekämmt, werden Längsschwellen von 5 Zoll breit und 8¾ Zoll hoch, 4 F. 5½ Z. im Lichten von einander entfernt, gestreckt, ebenfalls aus weifsem eichenem oder hartem gelbem tannenem Holze, und mit Keilen befestigt. Auf die innern Ränder dieser Längsschwellen werden 2 Zoll breite und ½ Zoll dicke gewalzte eiserne Schienen flach aufgelegt. Unter die Stöfse derselben werden 4⅓ Zoll lange und 1 Linie dicke eiserne Tafeln gelegt. An den Stöfsen, und aufserdem jede 3 F., werden die Schienen mit 5 Zoll langen geschmiedeten Nägeln festgenagelt. Die innern Ränder der Längsschwellen werden um so viel schräg abgehauen, dafs die Schienen 4 F. 7 Zoll im Lichten von einander entfernt liegen. Die äufsern Ränder der Längsschwellen auf der andern Seite der eisernen Schienen werden um ½ Zoll abgeschrägt, damit das Wasser abfliefsen könne.

Die Kosten eines solchen Eisenbahn-Oberbaues würden folgende sein.

4943 Gräben zu der Bettung der Querschwellen, 7 F. 9 Z. lang, 11½ Z. breit und 13¼ Z. tief auszugraben und, nachdem die Schwellen gelegt sind, mit zerschlagenen Steinen zu füllen, zu 10⅔ Sgr., ...	1757	Thlr.	15 Sgr.
4943 Querhölzer zu kämmen, zu pfalzen und zu strecken, zu 21⅓ Sgr., ...	3515	-	— -
49 600 laufende Fufs Längsschwellen (3⅓ pro cent zum Verschnitt gerechnet), zu 1 Sgr. 9 Pf., ...	2893	-	10 -
9886 Keile, zu 1 Sgr., ...	329	-	16 -
48 000 laufende Fufs flache Schienen von 2 Z. breit, ½ Z. dick, zu 3⅓ Pfd. der Fufs schwer, thut 1450 Ctr. Eisen, zu 3 Thlr. 18 Sgr., ...	5220	-	— -
7050 Pf. Nägel, zu 3¾ Sgr., ...	881	-	7 -
Für die Eisenplatten unter den Schienen	210	-	— -
Auflegen und Befestigen der Schienen	1860	-	— -
Ausfüllen des Zwischenraums zwischen den Längsschwellen mit zerschlagenen Steinen und Kies	1260	-	— -
Thut zusammen auf die Preufsische Meile	17 926	Thlr.	18 Sgr.

15.

Hydrotechnische Beschreibung der Wasserstrafse von der Nordsee nach dem Schwarzen Meere, welche durch die Verbindung mehrerer Ströme und Flüsse gebildet ist.

(Von dem verstorbenen Königl. Preufs. Geheimen Regierungs- und Baurath *J. C. Wutzke.*)

(Fortsetzung des Aufsatzes No. 12. im vorigen Heft.)

Nähere Beschreibung der Wasserstrafse von der Nordsee nach dem schwarzen Meere *).

Inhalt.

Erster Abschnitt. Bemerkungen über den Elbstrom.

Zweiter Abschnitt. Bemerkungen über den Havel- und Spreefluſs und über die Anlage des Finow-Canals etc.

Dritter Abschnitt. Bemerkungen über den Oderstrom.

Vierter Abschnitt. Bemerkungen über den Warthe- und Netzfluſs und die Urbarmachung der Brücher an diesen Flüssen.

Fünfter Abschnitt. Bemerkungen über die Anlage des Bromberger Canals und dessen jetzige Beschaffenheit.

Sechster Abschnitt. Bemerkungen über den Braheflufs und den Weichselstrom.

Siebenter Abschnitt. Bemerkungen über den Nogatstrom, über das Frische Haf, den Pregelstrom und den Deimefluſs.

Achter Abschnitt. Bemerkungen über die Litthausche Niederung und die sich durch dieselbe hinziehenden Wasserläufe, welche sich in das Curische Haf ergiefsen.

*) In diesem Aufsatz kommt zwar auch Einiges wenige vor, was der Herr Verfasser schon in früheren, in dieses Journal aufgenommenen Abhandlungen berichtet hat, aber doch theils nur auszugsweise, und theils erweitert, theils berichtigt. Es schien also, statt durch Citationen darauf zu verweisen, besser, das schon Berichtete in dem gegenwärtigen Aufsatze nicht zu streichen, sondern den Inhalt der Abhandlung unverändert mitzutheilen. Das Manuscript ist nicht bis zu Ende geführt, aber Weiteres findet sich in andern vom Verfasser nachgelassenen Aufsätzen. D. H.

Neunter Abschnitt. Bemerkungen über die Bedeichungen der Ströme und Flüsse im Allgemeinen.

Zehnter Abschnitt. Bemerkungen über die Anlage des Grofsen- und Kleinen-Friedrichsgrabens, des Wehrdammes am Curischen Hafe und über die Entwässerung der Seckenburger Niederung.

Elfter Abschnitt. Bemerkungen über das, was in neuerer Zeit zur Verbesserung der Wasserstrafse von Königsberg bis zur Russischen Grenze Preufsischer Seite geschehen ist.

Zwölfter Abschnitt. Bemerkungen über die Verbesserung des schiffbaren Wasserweges auf dem Memelstrom, unter der Polnischen Regierung, und die später Preufsischer und Russischer Seits gemeinschaftlich geschehene Regulirung des Schiffahrtsweges, welchen der Memelstrom bildet, von Schmaleningken bis zum Einfall des Lossofsnaflusses, ½ Meile unterhalb Grodno.

Dreizehnter Abschnitt. Bemerkungen über den Memelstrom, vom Einfall des Lossofsnaflusses in Rufsland an, über den Scharafluſs, den Oginskyschen Canal, den Priepiezfluſs und den Dnieperstrom bis zum Schwarzen Meer; imgleichen über die Verbindung des Dnieper mit der Weichsel durch den Priepiez- und Bugfluſs zu einer zweiten Wasserstrafse von dem Schwarzen Meer nach der Nordsee.

Vierzehnter Abschnitt. Bemerkungen, als Nachtrag, über den jetzt in der Ausführung begriffenen Wasserweg, den sogenannten Windaucanal, vom Memelstrom, durch Rufsland, nach der Ostsee.

Funfzehnter Abschnitt. Bemerkungen, als Anfang, über die Wichtigkeit des Pregelstroms, als Provinzial-Wasserstrafse von Königsberg nach Insterburg, in militairischer Hinsicht, in neuerer Zeit.

Erster Abschnitt.

Die Elbe, welche im Mährischen Gebirge entspringt und in ihrem Lauf viele Flüsse und Bäche aufnimmt, hat bei ihrer Ausmündung in die Nordsee, wie die meisten Wasserläufe, eine grofse, abgelagerte Sandplatte gebildet, durch welche sich der Strom in einem Gewebe von Armen, von welchen die Süder- und Norder-Elbe die gröfsten sind, hindurchwindet. Die Süder-Elbe insbesondere dient zum schiffbaren Wasserwege und wird durch künstliche Werke schiffbar erhalten. Die Fahrt wird durch die Leuchtthürme auf der Insel Helgoland, auf Neuwerk und bei Cuxhaven, und durch ausgelegte Tonnen bezeichnet, und in der äufsern Mündung liegt noch ein Schiff der Sicherheit wegen vor Anker.

Die Wasserbauwerke, welche hier früher unter der obern hydrotechnischen Aufsicht des Wasserbaudirector *Woltmann* standen, der dieselben auch beschrieben hat, sind zur Erhaltung des schiffbaren Wasserweges und zum Schutz der niedrig liegenden Ländereien sehr wichtig und sehr nöthig. Sie bestehen im Hamburger Amte Ritzebüttel, in welchem Cuxhafen sich als Seehafen befindet, in Deichen, bis zur Mündung der Weser, mit Steindossirungen und Strohbestickungen. Aufserdem wird das Vorland entweder durch Höfter, oder durch parallele Werke, theils aus Feldsteinen, theils aus Ziegeln nach verschiedenen Constructionen gebaut, besonders unterhalb Cuxhafen bis zur Insel Neuwerk beschützt. Der Hafen bei Cuxhaven wird durch Spühlschleusen offen erhalten und gehört zu Hamburg.

Von der Mündung der Elbe bis Hamburg sind 18 Meilen. In dem Strombette haben sich an den Ufern Sandplatten gelagert, und unterhalb der auf hügeligem Boden liegenden Stadt Hamburg haben sich am rechten Ufer mehrere kleine Inseln gebildet.

Oberhalb Hamburg, 1½ Meilen weit, bei Drenhusen, theilt sich die Elbe in zwei Arme, deren gröfster sich an Hamburg vorbei zieht und beim mittlern Wasserstande 1000 Fufs breit ist. Zwischen beiden Armen liegt ein Theilungswerk, und zwischen diesem Werke und der Hannöverschen Stadt Harburg, wo sich ein mit Faschinenwerken eingefafster Hafen befindet, ist ein wahres Stromgewebe zwischen Inseln, auf deren gröfster der Ort Wilhelmsberg liegt. Selbst auch Hamburg ist am rechten Ufer des Stroms auf einigen Inseln gebaut.

Über diese Strom-Arme liefs der Marschall *Davoust* während des Krieges zwischen Frankreich und Rufsland im Jahr 1813 von Hamburg nach Harburg eine hölzerne Brücke in vier Abtheilungen, zusammen 14 394 Fufs lang, in Zeit von 3 Monaten bauen; was aber auch nur unter solchen Verhältnissen nach dem Rechte des Stärkern möglich war.

Die Deiche erstrecken sich von der Ausmündung der Weser in die Nordsee, oder von Cuxhaven, auf dem linken Ufer bis Harburg und auf dem rechten bis Altona, und sind sehr verschieden gebaut, je nachdem die Bewohner der Polder oder Niederungen Interesse haben, sie zu ihrem Schutze zu bauen und zu erhalten.

Fährt man von der Ausmündung weiter aufwärts, so erblickt man auf dem rechten Ufer des Stroms die sich amphitheatralisch erhebende Stadt Altona, mit einigen Kirchen und ihrem nicht sehr bedeutenden Landungshafen, auf Dänischem Boden. Nahe dabei liegt dann die uralte Handelstadt Hamburg, mit ihren Kirchen

und Thürmen, den St. Michaels-, Nicolai-, Petri-, Jacobi- und Catharinathürmen, vor welchen die Masten der zum Theil an dem hölzernen alten Kai vor Anker liegenden Schiffe aller Nationen gleichsam einen Wald bilden, die bunten Wimpel und Flaggen durch einander kreisen und einen seltenen Anblick gewähren. Auf den Quais und in der Stadt ist, wenn der Handel blüht, ein ungemein reges und thätiges Leben und ein Gemisch einer Menge von Menschen von den verschiedensten Sprachen. Die Umgegend übersieht man von der Anhöhe, dem sogenannten Stintfang; so wie das ganze breite Thal und das Stromgewebe, auf welchem die verschiedenen Fahrzeuge sich durch einander bewegen; desgleichen die Stadt Harburg mit ihrem Thurme in weiter Ferne; ähnlich wie man auf den Anhöhen bei Stettin die Stadt Damm erblickt. Im Frühlinge und Sommer, wo die Vegetation frisch und kräftig ist, zeigt sich die Gegend schön und fruchtbar; bei Überschwemmungen aber furchtbar. Denn so günstig auch Hamburg, durch den einen Elb-Arm, die Alster, in die Alt- und Neustadt getheilt und mit vielen Canälen durchschnitten, für den Handel auf dem rechten Thal-Ufer des Stroms liegt: so ist die Stadt doch sehr den Überschwemmungen ausgesetzt, welche grofsen Schaden verursachen können, da die niedrigeren Theile der Stadt nur 7 Fufs über der Fluthöhe liegen.

Die Ebbe und Flut pflanzt sich aus der Nordsee noch einige Meilen weit oberhalb Hamburg fort und trifft wie bekannt alle 24 Stunden zweimal ein. Der Unterschied der stärksten Ebbe und Flut beträgt bei Hamburg 6 Fufs 5 Zoll, bei Cuxhaven 9 Fufs 7 Zoll und in der Ausmündung der Elbe in die Nordsee 12 Fufs. Die gewöhnliche Fluthöhe der Nordsee steht 6 Fufs 8 Zoll am Hamburger Pegel, dessen Nullpunct den niedrigsten Wasserstand der Ebbe bezeichnet; der mittlere Ebbewasserstand an diesem Pegel ist 3 Fufs 4 Zoll. Das Gefälle dieser Stromstrecke von 18 Meilen beträgt dann nur 2 Fufs 3 Zoll; die Geschwindigkeit der Ebbe etwa 3 Fufs und die der Flut 2 Fufs in der Secunde.

Der Unterschied des höchsten und niedrigsten Wasserstandes in der Elbe, durch die Anschwellung im Stromgebiet veranlafst, ist hier etwa 15 Fufs; worauf aber die entgegenwirkenden Winde, besonders aus West-Nord-West, einen bedeutenden Einflufs haben; denn durch den Rückstau steigt das Wasser oft 16 bis 17 Fufs hoch und setzt die niedrig liegenden Theile der Stadt unter Wasser; besonders die Kellerwohnungen. Wenn das Wasser 13 Fufs Höhe erreicht hat, wird dies durch Kanonenschüsse bekannt gemacht. (In Königsberg in Pr. tritt die Überschwemmung bei 11 Fufs Wasserstand am Pegel ein.)

Im Jahr 1792 und im Febr. 1825 stieg das Flutwasser bei Hamburg zu der aufserordentlichen Höhe von 22 bis 23 Fufs am Pegel und richtete in der Stadt grofsen Schaden an.

Der untere Hafen für die Seeschiffe ist den Sturmfluten ausgesetzt; weshalb schon oft Schutzwerke vorgeschlagen, aber nicht zur Ausführung gekommen sind; denn wenn die Gefahr vorüber ist, vermindert sich auch wieder das Interesse; auch würde es sehr schwer sein, solche bedeutende Werke durch eine Baucommission aus gröfstentheils unsachkundigen Mitgliedern, welche überdem noch alle zwei Jahre wechseln, zu Stande zu bringen.

Die Alster mit ihren Neben-Armen bildet den obern Hafen für die Elbschiffe und oberhalb einen sich um die Stadt ziehenden Landsee, an welchen sich angenehme Parthieen, z. B. der sogenannte Jungfernstieg, anschliefsen, die zu Promenaden und Wasserfahrten dienen. Der Stadtgraben wird durch das Wasser aus der Elbe, der Alster und dem kleinen Flufs Bille gespeiset.

Zum Vertiefen der Wasserwege bedient man sich hier der Handbagger und der Baggermaschinen (von der Art wie der sogenannte Englische Bagger in Pillau), welche durch 5 Mann in Bewegung erhalten werden und in einer Minute 8 Cubikfufs Schlamm aus einer Tiefe von 8 bis 10 Fufs ausheben sollen; der lederne Sack hat 4 Fufs Höhe und 3 Fufs Durchmesser.

Die Vegetation in dem Elbthal ist sehr kräftig; weshalb man es auch durch Deiche möglichst in Schutz gebracht hat. Von Hamburg ziehen sich diese Deiche am rechten Ufer längs dem Strome bis Lauenburg (der Schifffahrt- und Elbe-Zoll-Station) und weiterhin von Boitzenburg bis oberhalb Havelberg hinauf. Auf dem linken Ufer ziehen sich zum Theil starke Deiche von Harburg bis Magdeburg hinauf, wo der Strom eine Insel bildet. Die Stärke und Höhe der Deiche richtet sich nach der Natur des Stroms und die Erhaltung derselben nach den verschiedenen Interessen der im Schutz liegenden Bewohner und der Deichverbundenen oder Societäten.

Bevor ich die Wasserstrafse von hier aus weiter verfolge, erlaube ich mir über die Elbe in der obern Gegend folgende Bemerkungen.

Die Elbe entspringt, wie gesagt, am Fufse des Mährischen Gebirges, schwillt beim Abgange des Schnees und bei anhaltendem Regen hoch und schnell an, weil sie oberhalb den Gebirgsströmen gleicht, und überschwemmt dann ihr Stromgebiet und das Flutthal mehr oder weniger. Den amtlichen Beobachtungen an den Pegeln zufolge, welche mit ihren Nullpuncten 2 Fufs unter dem niedrigsten Wasserstande stehen, stieg das Flutwasser im Jahre 1830

Am Pegel bei Mühlberg 22 Fufs 9 Zoll,
- - - Torgau 19 - 9 - und
- - - Wittenberg 14 - 8 -

über den niedrigsten Wasserstand; und in diesem Verhältnifs dehnen sich dann dort die Überschwemmungen aus. Da das Flutwasser bei Wittenberg nicht füglich durch Dämme mehr eingeschränkt werden kann, so hat man daselbst die Kunststrafse in der Niederung beim Dorfe Eutzch wohl eine Meile lang mit ihrer Fahrbahn 1 bis 2 F. tief unter den höchsten Wasserspiegel gelegt; so dafs das Wasser darüber hinwegströmt. Die Krone der Strafse ist deshalb gepflastert. Bei dem Dorfe Pratau bei Wittenberg fängt der Damm mit den Flutbrücken an und ist bis zu der grofsen hölzernen Strombrücke bei Wittenberg etwa $\frac{1}{4}$ Meilen lang. Die Niederung oder die sogenannte Elb-Au bei Wittenberg besteht aus aufgeschlicktem Boden, auf Thon und Sandschichten gelagert, und ist sehr fruchtbar. Sie ist gut angebaut und das Ganze eine angenehme Landschaft, welche ich im Jahre 1829 mit Vergnügen wiedersah.

Der mittlere Wasserstand am Pegel bei Wittenberg ist es, bei welchem die Kähne hinreichendes Fahrwasser haben. Beim allerniedrigsten Wasserstande, von 2 Fufs am Pegel, ist der Strom der vielen Untiefen wegen als unschiffbar zu betrachten; denn er hat alsdann öfters nur 14 bis 16 Zoll tiefes Wasser.

In der obern Gegend beträgt die Normalbreite der Elbe beim Sommerwasserstande 30 Ruthen. Nach Wittenberg zu steigt die Breite wegen Abnahme des Gefälles auf 40 Ruthen. Die Geschwindigkeit dieses Stroms ist wegen der grofsen Verschiedenheit der Querprofile in dem höchst unregelmäfsigen Bette sehr verschieden und beträgt je nach der gröfseren Tiefe und gröfseren Breite hie und da nur 1 Fufs 5 Zoll, anderswo mehr und steigt bis auf 3 Fufs 7 Zoll, zur Zeit des kleinen Wasserstandes von nur 2 Fufs 6 Zoll am Pegel. Würde der Strom regulirt, so würde die mittlere Geschwindigkeit von der Sächsischen Grenze bis unterhalb Torgau vielleicht etwa 3 Fufs und nach Wittenberg zu etwa 2 Fufs 5 Zoll betragen.

Beim kleinsten Wasser führt die Elbe in der Secunde etwa 3500 Cubikfufs Wasser; bei einer Pegelhöhe von 5 Fufs etwa 10 000 bis 12 000 Cubikfufs; im Mittel bei voller Schiffahrtstiefe 11 000 Cubikfufs Wasser; zufolge der Beobachtungen des Herrn Bau-Inspector *Gause*. Das Gefälle der Elbe beträgt in der obern Gegend nahe an 4 Zoll, nach Wittenburg zu aber nur 2 Zoll auf 100 Ruthen.

Der Elbstrom wird mit zweierlei Fahrzeugen zum Transport der Güter beschifft, nemlich mit sogenannten Elbkähnen, und mit Gillen. Letztere haben flache Boden und sind in den Seitenborden senkrecht, während die erstern in dem Boden schmaler und stark übergebaut sind. Die Elbkähne sind 80 bis 90 Fufs lang (nemlich im Boden), 12 bis 16 Fufs im Bug und im Boden 7 bis 10 Fufs breit, und tragen 900 bis 1200 Centner. Die Gillen sind 72 bis 80 Fufs im Boden lang, 12 bis 15 Fufs breit und tragen 800 bis 1000 Centner. Die Kähne gehen, völlig beladen, etwa 48 Zoll, die Gillen 36 Zoll tief. Der Schiffahrtsweg auf der Elbe ist von der Ausmündung des Plauenschen Canals bis Magdeburg etwa $5\frac{1}{2}$ Meilen, von da bis Wittenberg $10\frac{1}{2}$, bis Torgau $5\frac{3}{4}$, bis Mühlberg 3, bis Meifsen 5, bis Dresden 3, und bis Leitmeritz in Böhmen, bis wohin nur mit kleinen Fahrzeugen geschifft werden kann, 12 Meilen lang.

In Sachsen fliefst der Strom zwischen Sandstein-, Syenit- und Granitfelsen. Unterhalb Meifsen finden sich noch einige Felszüge, die auf der Grenze bei Strehlau und Krausnitz endigen, am letzten Orte aber den Strom nicht mehr erreichen.

Die Brücke bei Meifsen hat zwei hölzerne Bogen, von der Art wie *Wiebeking* seine Brücken baute; der übrige Theil der Brücke, nach der Stadt zu, ist so gebaut wie die Dresdner Brücke. Die von dem Strom angegriffenen Ufer sind mit Quadern von Werkstücken eingefafst und haben Buhnen oder Abweiser von Bruchsteinen.

Die Brücke in Dresden hat 18 Bogen im vollen Kreise, von 24 bis 40 Fufs Spannung, und starke Pfeiler von Werkstücken. Bei Fluten strömt das Wasser stark hindurch, und dadurch, selbst beim mittlern Wasserstande, wird die Schiffahrt sehr erschwert. Das linke Strom-Ufer an der Brücke ist ober- und unterhalb mit Kaimauern eingefafst; die Mauer oberhalb bildet die bekannte Terrasse, von welcher man eine schöne Fernsicht über das Thal-Ufer rechts und die Umgegend hat. Unterhalb der Brücke legen am linken Ufer die Elbfahrzeuge von verschiedener Form und Gröfse an.

Das Flutwasser steigt bei Dresden oft noch höher als bei Wittenberg, weil es dort gröfstentheils zwischen eingeschlossenen Fels-Ufern strömt und sich nicht ausbreiten kann. Beim niedrigen Wasserstande ist das Fahrwasser an mehreren Stellen so flach, dafs es nur mit ganz flachen Fahrzeugen befahren werden kann; wo dann viel Geschiebe von den Felsen oberhalb auf dem Grunde des Bettes zum Vorschein kommt.

Die Gegend oberhalb Dresden, wo sich der Strom durch Felsentrümmer hindurcharbeitet und die bekannte sächsische Schweiz bildet, ist erhaben schön; die Schiffahrt auf dem Elbstrom nach Böhmen hinauf ist so unbedeutend, dafs deren weitere Beschreibung aufser meinem Zwecke liegt.

Ich kehre also zur weiteren Beschreibung der Umgegend der Wasserstrafse von der Nordsee zunächst bis zur Ausmündung der Havel in die Elbe zurück.

Zweiter Abschnitt.

Die Gegend, durch welche der Plauensche Canal, die Elbe mit der Havel verbindend, gezogen ist, ist flach, besteht theils aus Wiesen und ist bei weitem weniger schön, als der obere Theil des Elbthals.

Auch der andere Wasserweg, für hohe Wasserstände auf der Havel, selbst von Havelberg ab, führt auf der ganzen Strecke von der Elbe bis Potsdam durch tiefliegende Wiesen. Nur in der Gegend bei Havelberg ist der Boden hoch und, wie bei Rathenau, mit Wald bewachsen. Die Erd-Arten des Bodens sind sehr verschieden. Bei Rathenau befinden sich viele und gute Ziegeleien.

Zwischen der Elbe und Brandenburg stehen folgende Gewässer mit der Havel in Verbindung: der Trübegraben, die Jöglitz, die Dosse, der Rhin, die Stromme, der Plauer Canal, die Plaue und der Eilowgraben. Ferner mündet nahe oberhalb Brandenburg, bei dem Dorfe Gollwitz, die Emster und bei Potsdam die Nuthe in die Havel.

Von Potsdam bis Spandau sind die Ufer höher, sandig und mit Kiehnenholz bewachsen.

Weiter aufwärts, bei Nieder Neuendorf, tritt der Hauptcanal für das Havelländische Bruch in den Havelflufs. Er hat dort, so wie 4000 Ruthen abwärts bei Brieselang, eine kleine hölzerne Schleuse. Er dient auf dieser Strecke nicht zur Schiffahrt, sondern nur zur Abfuhr des Holzes; der übrige Theil zur Entwässerung des Bruchs, und mündet bei Hohennauen unterhalb Rathenau wieder in die Havel.

Zwischen Oranienburg und den Königl. Mühlen tritt der Ruppiner Canal, welcher insbesondere zur Torfschiffahrt benutzt wird, und auf welchem, aufser dem Torf von Privatgrundstücken, jährlich zwischen 40 und 50 000 Klafter Torf aus den Torfbrüchern des Staats nach Berlin und Potsdam geschafft werden, in die Havel.

Auf der Strecke bis Oranienburg durchläuft die Havel theils Wiesen, theils sandiges Terrain, und ober- und unterhalb Pinnow befinden sich nicht unbedeutende Königliche Forsten.

Wie der Schiffahrtsweg auf der Havel und dem Finowcanal durch den Malzer Canal verbessert worden, ist schon in dem ersten Capitel beschrieben, und ich bemerke nur noch von der Umgegend dieser Wasserstrafse Folgendes.

Der Finowcanal führt bis gegen das Landstädtchen Liebenwalde durch Wiesen und fruchtbare Bruchgegenden und liegt gröfstentheils zwischen Dämmen. Er trennt das Neu-Holländer- und das Kreuzbruch, läfst das Städtchen Liebenwalde etwa ¼ Meile links liegen und wendet sich nach Zerpenschleuse, einem langen, längs dem Canale liegenden Schifferdorfe. In der Nähe liegen meistens fruchtbare Wiesen, welche zum Theil von Kiehnen- und Eichenwäldern begrenzt und an einigen Stellen durch Äcker getrennt sind. Diese Gegend bleibt sich bis zu dem grofsen Dorfe Marienwerder gleich, wo der unfruchtbare sandige Waldboden am rechten Ufer an den Canal stöfst. Unterhalb Grafenbrück, dem Wohnorte eines Oberförsters und des Canal-Bau-Inspectors, nimmt der Canal den Finowflufs auf: oder vielmehr der Canal tritt in den aufgestauten Finowflufs über, und dieser wird von hier ab bis Neustadt-Eberswalde zu Hüttenwerken und Mühlen benutzt. Das Thal des Finowflusses ist eng, und auf die zum Theil sumpfigen Wiesen zunächst an seinen Ufern folgt auf dem rechten Ufer zum Theil bis dicht an den Flufs mit Wald bewachsener Sand; am linken Ufer ist Waldboden und Ackerland. Unterhalb der Kupferhammerschleuse erweitert sich das Thal, zieht sich vor Neustadt-Eberswalde wieder zusammen und unterhalb der Stadt wieder mit hohen Thalrändern vom Flusse zurück.

Nahe oberhalb der Ragöserschleuse ist der Canal wieder eingedeicht, und diese Deiche gehen bis zur Ausmündung in die alte Oder fort. Bis Nieder-Finow ist das Thal noch eng, erweitert sich aber am rechten Ufer, bis es in das grofse Oderbruch übergeht. Auf der linken Seite bleibt das Thal schmal, bis zur Oder, und wird zum Theil von einer steil abfallenden Hoch-Ebene begrenzt.

Der Finowflufs treibt folgende Werke:

1. Die bedeutenden Mühlen bei Schopfuhrt.
2. Bei Heyermühle die Hämmer und die Kesselpressen des Messingwerks.
3. Bei Drathhammer einen sehr bedeutenden Eisenhammer und ein Walzwerk.
4. Bei Wolfswinkel eine Papiermühle.
5. Bei Kupferhammer Hammer- und Walzwerke.

6. Bei Neustadt-Eberswalde, wo der Schwarzbach hinzugetreten ist, sehr bedeutende Mahl-, Schneide-, Loh- und Ölmühlen.

Von Heyermühle ab ist die Gegend längs des Canals wegen der mehr zusammenliegenden Hütten- und Fabrikwerke lebhaft; so wie auch vom Eisenhammer ab bis zur Ragöser Schleuse. Das Finowthal ist von angenehmen Anhöhen begrenzt, durch welche sich der Flufs in vielen für die Schiffahrt beschwerlichen Krümmen hindurchschlängelt. Neustadt-Eberswalde ist ein freundliches, gewerbthätiges und wohlhabendes Städtchen; mit einer kleinen Bade-Anstalt und einer Forst-Akademie. Nieder-Finow ist ein grofses, wohlhabendes Bruchdorf; so wie überhaupt die Landschaft den Character der Niederungsgegenden hat.

Die vorhin beschriebene Umgegend des Canals oberhalb war in früherer Zeit wüst und öde und ist nur erst durch den Canal, welchem die Mühlen und Fabrikwerke folgten, cultivirt und in den jetzigen Zustand gebracht worden. Ich lasse hier die Beschreibung der Entstehung des Canals folgen.

Der Finowcanal, der den Havelflufs mit der Oder verbindet, wurde im Jahre 1603 entworfen, die Ausführung vom Churfürsten Joachim Friedrich genehmigt und es wurde mit dem Ausgraben des Canals sogleich der Anfang gemacht.

Die Arbeiter und Teichgräber wurden aus allen Provinzen zur Arbeit gestellt; sie entfernten sich im Jahre 1606 wegen der schwierigen Arbeit, wurden aber auf Befehl des Churfürsten zurückgebracht und durch Zwang zur Arbeit angehalten.

Da es zur Anlage der Schiffschleusen an Wasserbauverständigen fehlte, so ersuchte der Churfürst am 19ten März 1606 seinen Sohn, den Erbprinzen Hans Sigismund, den Mühlenmeister aus Beeskow auf einige Monate zur Anordnung der Schleusen zu senden. Nach dem Schreiben des Erbprinzen vom 24ten März 1606 wurde auch der Müller *C. G. Beuchel* mit vielen Segenswünschen für den guten Fortgang der nützlichen Anlage dahin geschickt. (Man sehe die Beschreibung des Finowcanals von *Thomas Philipp von der Hagen.* 1785.)

Der Canal wurde in der Sohle oder Grundfläche, der Wassermenge und den Stromfahrzeugen gemäfs, 25 Fufs breit und mit $1\frac{1}{2}$füfsiger Böschung ausgegraben. Um das Werk zu beschleunigen, liefs der Churfürst aus Schlesien Zimmerleute und Teichgräber kommen; er schrieb deshalb an den Markgrafen Christian von Baireuth, und so kamen endlich 90 Zimmerleute zum Canal- und Schleusenbau zusammen.

Nachdem der Churfürst am 18ten Juli 1608 auf der Reise von Berlin nach Cöpnick plötzlich gestorben war, ward der Canalbau durch dessen Sohn, den Churfürsten Johann Sigismund, so thätig fortgesetzt, dafs schon 1609 ein beladenes Stromfahrzeug aus der Havel durch 5 hölzerne Schleusen bis Schöpfurt gehen konnte. Unterhalb waren zwar die Schleusen auf dem Finowflufs (früher Vinow) ebenfalls schon gebaut, aber so schlecht, dafs sie bald wieder unter dem Druck des Wassers den Einsturz droheten und verstärkt werden mufsten; was denn viele Kosten machte. Auch mufste das Flufsbette vertieft und die Krümmen mufsten durchstochen werden. Das Werk gründete sich auf kein richtiges Nivellement, weil es an Hydrotechnikern fehlte.

Als der Churfürst im Jahre 1618 nach Preufsen ging, übertrug er dem Churprinzen George Wilhelm die obere Aufsicht über die Ausführung des Canals, und nachdem er dem Churprinzen in demselben Jahre die Regierung abgetreten hatte, wurde der Canal mit seinen 11 Schleusen im Jahre 1620 völlig zu Stande gebracht.

Mehrere der Schleusen, welche sämmtlich nur aus Holz gebaut waren, konnten dem nicht nach einem richtigen Nivellement vertheilten grofsen Wasserdrucke nicht widerstehen; sie wurden zerstört, und es wurden dem Staate aus Sach-Unkunde grofse Summen verschwendet.

Nun brach der 30jährige verheerende Krieg aus. Auf die Erhaltung des Canals konnten weder Sorgfalt noch Kosten gewendet werden, und die Feinde zerstörten ihn in dem Maafse, dafs der Canal von der Havel bis an die Finow bei Schöpfurt, 2 Meilen lang, von da bis in die Finow bei Neustadt-Eberswalde, ebenfalls 2 Meilen, überhaupt von der Havel bis zur Oder 5 Meilen lang, auf dem sumpfigen Boden so völlig verwuchs, dafs man an vielen Stellen im Anfange des 17ten Jahrhunderts fast keine Spur mehr davon fand, und er ganz in Vergessenheit gerieth. So schnell kann die Zeit Menschenwerke zerstören!

Ehe ich zur Beschreibung der spätern Wiederherstellung des Finowcanals übergehe, will ich einer andern nützlichen Anlage erwähnen.

Der Churfürst Joachim und der Kaiser Ferdinand hatten nemlich schon im Jahre 1558 den Gedanken gehabt, den innern Verkehr des Landes durch eine Wasserstrafse zu befördern und die Spree mit der Oder durch einen Canal bei Mühlrose zu verbinden; besonders um den Handel aus Schlesien und der Neumark zu erleichtern. Den Theil dieses Canals von der Spree bis Mühlrose wollte der Kaiser auf seine Kosten, den andern Theil vom Mühlroser See bis zur Schlubbe in die Oder wollte der Churfürst ausführen lassen. Man begann so-

fort die Ausführung, und über 40000 Thlr. waren schon darauf verwendet, als erst (denn man hatte keine Wasserbauverständigen) die Sorge entstand, dafs die Schlubbe zur Speisung des Canals nicht hinreichendes Wasser haben werde. Das Werk blieb unvollendet liegen, und die Kosten waren verloren.

Der Churfürst Friedrich Wilhelm fafste den Plan wieder auf und liefs nach der Anordnung des General-Quartiermeisters und Hauptmanns zu Biegen ***Philipp de Chieze*** (welcher auch im Jahre 1670 die Gewässer in Ostpreufsen, die Gilge etc. untersuchte und bei deren Beschreibung wieder vorkommen wird) von der Spree aus dem Werkensee in die Oder von 1662 bis 1669 einen Canal graben und 18 hölzerne Schleusen darauf bauen; worauf sogleich die Beschiffung desselben begann.

Dieser Canal heifst jetzt der Friedrich-Wilhelmsgraben. Er ist 3 Meilen lang, 60 Fufs breit und 6 Fufs tief. Sein Gefälle von Mühlrose bis in die Spree beträgt angeblich $6\frac{1}{2}$ Fufs, und von Mühlrose bis in die Oder $58\frac{1}{2}$ Fufs.

Ich kehre jetzt zum ***Finowcanal*** zurück.

Die völlige Wiedereröffnung dieses gänzlich verfallenen und schon vergessenen Canals war Friedrich II., dem Urenkel des grofsen Churfürsten Friedrich Wilhelm, vorbehalten.

Nachdem Friedrich Wilhelm I. im Jahr 1720 Stettin und den Theil von Pommern zwischen der Oder und dem Peeneflufs von Schweden in Besitz genommen hatte, kam es im Jahr 1737 wieder zur Sprache, die Oder mit Hülfe des Finowflusses mit der Havel durch einen Canal zu verbinden; allein man fürchtete grofse Schwierigkeiten, und die Ausführung wurde noch ausgesetzt. Sobald aber Friedrich der Grofse die Regierung angetreten hatte, war sogleich sein besonderes Augenmerk auf die Hebung der Cultur und Industrie gerichtet, und in Folge dessen legte der Minister ***von Gören*** dem Könige im Jahr 1740 zwei Plane vor: den einen zur Verbindung der Oder mit der Havel durch einen Canal, mit Benutzung des Finowflusses: den andern, die Elbe mit der Havel von Parey bis Plaue durch einen Canal zu verbinden. Diese Entwürfe wurden geprüft, aber die Ausführung mufste wegen des Krieges mit Östreich noch ausgesetzt werden.

Nach dem Frieden kamen sie wieder zur Sprache, und die mit der Local-Untersuchung beauftragten Commissarien, der Kriegsrath ***Uhl,*** der Landbaumeister ***Dames*** und der Fontainenmeister ***Diebendorff,*** bemerkten in ihrem Bericht, dafs sie in Neustadt-Eberswalde auf dem Rathhause Acten vom Jahre 1662 gefunden hätten, welchen zufolge der Churfürst Joachim Friedrich schon

in den Jahren 1603 bis 1608 hier einen Canal mit den nöthigen Schleusen habe bauen lassen, der im 30jährigen Kriege zerstört worden, darauf verwachsen und völlig in Vergessenheit gerathen sei. Die Commissarien schlugen vor, die Oder mit der Havel durch einen Canal aus der Gegend von Wrietzen durch den Straufser-, Tasdorfer- und andere Seen, bei Rüdersdorf und Erkner in die Havel hinein, zu verbinden; was aber nicht genehmigt wurde. Auch schlugen sie dem Könige vor, die Elbe mit der Havel durch den sogenannten Plauenschen Canal zu verbinden. Dieser Vorschlag war zweckmäfsig und er wurde, so wie die Herstellung des Finowcanals, genehmigt.

Der Plauensche Canal wurde von 1743 bis 1745 vollständig ausgeführt. Er ist 4¼ Meilen lang, war im Wasserspiegel 26 Fufs breit, hatte 3 Schleusen und von der Elbe bis zur Havel 16½ Fufs Gefälle.

Der Finowcanal ward bis zum Jahr 1746 nach dem entworfenen Plane 30 Fufs breit, mit 10 hölzernen Schleusen, für 110 277 Thlr., ohne das Bauholz, mit Hülfe von 600 Mann Militair, die zur Beschleunigung vom Könige zur Arbeit beordert wurden, soweit hergestellt, dafs das erste Schiffsfahrzeug am 16ten Juni 1746 mit 100 Tonnen Salz beladen von der Havel nach der Oder gehen konnte. Die Fahrt war aber noch äufserst schwierig, und es mufsten noch 3 Schleusen gebaut werden, welche ohne das Bauholz noch 35 436 Thlr. kosteten.

Nun befahl der König, zur Beförderung des Verkehrs schleunigst 60 Stromfahrzeuge oder sogenannte Schuten, 100 bis 115 Fufs lang, 10 bis 12 im Boden, oben 14 bis 17 breit und im Bord 3½ Fufs tief, bauen zu lassen; was ohne das Holz 35 435 Thlr. kostete. Allein der Zweck wurde dadurch noch nicht erreicht; denn diese Schiffsfahrzeuge waren zu grofs und gingen zu tief, so dafs die Fahrt sehr schwierig war und noch ferner 3 Schleusen gebaut werden mufsten, wozu wieder eine grofse Menge Bauhölzer und eine bedeutende Geldsumme erforderlich war, welche der König aber immer wieder hergab, um nur den beabsichtigten Zweck zu erreichen.

Endlich wurde denn der Canal so in den Stand gesetzt, dafs ihn im Jahr 1749 schon 1342 Schiffsgefäfse oder Stromfahrzeuge passirten.

Die Länge des Finowcanals, der von mehreren kleinen Flüfschen mit Wasser gespeiset wird, beträgt von Liebenwalde bis an den Liepschen See nach der damaligen Angabe 10 963 Ruthen und sein Gefälle 127 Fufs 6 Zoll. Rechnet man hiezu die Länge vom Vofsgraben bis zur Düsterlackschen Schleuse mit 1545 Ruthen und die dortigen 11 Fufs 3½ Zoll Gefälle, so beträgt die ganze Länge des Canals 12 508 Ruthen oder 6¼ Meilen und sein Gefälle 138 Fufs 9½ Zoll.

Im Jahr 1751 wurde der Canal der Churmärkischen Kammer zur Aufsicht übergeben. Nach den Verhandlungen waren damals schon 16 Schleusen vorhanden; die 17te wurde im Jahr 1767 bei Liepe von Steinen erbaut. Um die Schiffbarkeit auf der Havel zu verbessern und dem Finowcanal noch mehr Wasser zu verschaffen, wurde im Jahr 1824 noch die sogenannte Vofsschleuse bei Liebenwalde gebaut und die Havel mit dem Finowcanal durch den Vofscanal in Verbindung gesetzt. Durch diese Schleuse bei Liebenwalde und durch die Düsterlacksche Schleuse geht nun jetzt die gesammte Schiffahrt aus Mecklenburg über Zehdenick und Oranienburg nach Berlin u. s. w., und umgekehrt. (Man sehe die Beschreibung von Neustadt-Eberswalde von *Joh. Joach. Bellermann.* Berlin 1829.)

Es sind gleich nach jener Zeit jährlich im Durchschnitt 4000 Oder- oder Breslauer-Kähne, 1600 bis 1700 Schuten, 9000 bis 12 000 Holzflöfse und 900 bis 1000 Fischerkähne den Canal passirt. In neuerer Zeit passiren ihn im Durchschnitt jährlich 1950 Oderkähne, 200 Gellen oder Schuten, 250 Handkähne mit Ladung, 190 beladene Fischbrödel (Fischkähne), 1700 Plätzer Flofsholz (von 4 bis 5 Baumstämmen) und 2900 leere Fahrzeuge von verschiedener Gröfse; was denn die Nützlichkeit dieses Werks zur Beförderung des innern Verkehrs beweiset. Durch den Canal wurde ferner hier die Gegend belebt, und bei Neustadt-Eberswalde entstanden zahlreiche Werke und Fabriken.

Dritter Abschnitt.

Über die Oder, welche einen Theil der hier beschriebenen Wasserstrafse bildet, bemerke ich Folgendes.

Die Oder entspringt in Mähren, in den Karpathen; wo auch die Elbe und die Weichsel ihre Quellen haben. Sie durchfliefst etwa 100 Meilen, wird schon bei Ratibor für Oderkähne schiffbar, und setzt ihren Lauf, durch die Flüsse Ohla, Bober, Neifse und durch die Warthe bei Cüstrin verstärkt, bis Stettin und von da durch das Haf in die Ostsee fort. Von der Quelle ab ist der Strom, besonders in den höhern gebirgigen Gegenden, reifsend und greift die Ufer zerstörend an. Unterhalb bildet er das Ober- und Nieder-Oderbruch, welche noch vor 100 Jahren ganz versumpft waren und die Friedrich II. im Jahre 1765, als die beiden Canäle zur Verbindung der Elbe und der Oder mit der Havel ausgeführt waren, nach den Planen des Obrist *v. Petri* bedeichen und das Strombette reguliren liefs. Diese eingedeichten Niederungen sind etwa 10 Quadrat-

meilen grofs und die Länge der Deiche beträgt an 15 Meilen. Hier fliefst der Strom ruhig, steigt 19 bis 20 Fufs hoch und theilt sich in mehrere Arme: in die Oder, als den Haupt-Arm des Stroms, die Parnitz und die grofse und kleine Reglitz, die sich bei Stettin wieder vereinigen und in das Haf ergiefsen, welches seinerseits sein Wasser in drei Armen, der Peene, Swine und der Diwenow, der Ostsee zuführt.

Die Oder führt oberhalb viel Sand mit sich, aus welchem viele Untiefen entstehen, die die Schiffahrt bei niedrigem Wasser sehr erschweren; so dafs die Fahrbahn nur durch Bauwerke erhalten werden kann, für welche auch in neuerer Zeit viel geschehen ist. Nach *Eytelweins* Angabe hat die Oder bei Garz auf 100 Ruthen 2, oberhalb Cüstrin 3 und oberhalb Breslau 4 Zoll Gefälle. Die Geschwindigkeit, als aus dem Gefälle entspringend, nimmt in dem gleichen Verhältnifs von unten nach oben zu. Die Breite des Stroms richtet sich nach dem Zufluls der Wasserläufe. Die Normalbreite des Wasserweges sucht man für den mittlern Wasserstand durch Strombauwerke hervorzubringen. Das Wasser im Strom schwillt im Verhältnifs des nach der Quelle des Stroms zu in den Gebirgen etc. fallenden Schnees und Regens an und verursacht, besonders bei Eisstopfungen, bedeutende Überschwemmungen der niedrigen Gegenden am Strom. Bei Cüstrin stieg das Flutwasser im Jahr 1785 12 Fufs 4 Zoll und 1813 über den niedrigsten Wasserstand 14 Fufs 5 Zoll hoch.

Auf dem Wasserwege, welchen der Oderstrom bildet, bedient man sich der sogenannten Oderkähne. Sie sind 124 Fufs lang, $13\frac{1}{2}$ Fufs breit, gehen beladen $2\frac{3}{4}$ Fufs tief und tragen 760 Centner. Man schifft damit stromaufwärts bis nach Breslau etc., von Cüstrin oder auch schon von Stettin an; und rückwärts. Die Beladung der Fahrzeuge aber mufs sich nach dem Wasserstande richten. Für den weitern Transport der Waaren wird in Stettin umgeladen, und man fährt von dort mit kleinen Seeschiffen die Oder abwärts durch das Haf nach dem seit einigen Jahren durch Molen an der Ausmündung in die Ostsee verbesserten Hafen von Swinemünde; dann weiter über die Ostsee nach den Häfen von Danzig, Pillau und Memel, wo, wenn es die Handelsverhältnisse erheischen, umgeladen wird und von wo, besonders im Kriege, die Waaren auf Stromfahrzeugen, landeinwärts die Ströme hinauf weitergeschafft werden, bis zu der Wasserstrafse, welche von der Nordsee nach dem Schwarzen Meer durch das Land geht; wie solches im ersten Capitel beschrieben ist und welches späterhin wieder berührt werden wird.

Wenden wir uns wieder, nach diesen Bemerkungen über die Seiten-

strafsen über das Meer, nach dem Oderstrom und nach Cüstrin zurück, wo sich die Warthe durch den kleinen sogenannten Cüstriner See in die Oder ergiefst, so finden wir dort ein neues Denkmal, welches sich Friedrich der Grofse durch die Regulirung des Wartheflusses zum schiffbaren Wasserwege und durch die Urbarmachung der Warthebrücher etc. gesetzt hat. Ich will darüber Dasjenige mittheilen, was ich theils dem Herrn Ober-Landes-Bau-Director *Eytelwein* verdanke, theils aus der „Nachricht von der Verwallung und Urbarmachung der Warthebrücher 1787" entnommen habe.

Vierter Abschnitt.

Der Wartheflufs hat seine Quellen in der Gegend von Czenstochau, berührt die Städte Posen und Schwerin und nimmt auf seinem Lauf von 40 Meilen, von Prosna bis zur Westpreufsischen Grenze im Preufsischen Gebiet, mehrere kleine Flüsse und Bäche, so wie auch den mit der Drage vereinigten Netzflufs, welcher aus der Gegend des kleinen Städtchen Barczyn herunterkommt, bei Zantoch auf. Er theilte sich von da ab, noch im Jahr 1772, in viele besondere Abflüsse, unter welchen der Clemente, der Ledling, der Wox und der Mehlkeflufs die gröfsten waren. Mit diesen Ausflüssen vereinigten sich noch viele von den Anhöhen herabkommende Flüsse und Bäche, z. B. das Altsorgensche, Hammersche, Raudensche, Postumsche, Muskauersche und das Lenskische Fliefs auf dem linken, das Gennische und das Niezer Mühlenfliefs auf dem rechten Ufer, und diese Zuflüsse verursachten die unzugänglichen Brücher an beiden Seiten des Hauptflusses, welcher sonst schon in früherer Zeit, wenigstens vom Einfall des Netzflusses bis zu seiner Ausmündung in die Oder bei Cüstrin, 8 Meilen lang, und bis Posen hinauf, beim mittlern Wasserstande mit Oderkähnen beschifft wurde. Jetzt schifft man mit den gewöhnlichen Oderkähnen bis Posen, und selbst bis zu der in Polen gelegenen Stadt Konien, bei hohem Wasserstande. Die geringste Wassertiefe im Bette der Warthe ist $\frac{1}{2}$ bis $1\frac{1}{2}$ Fufs am Posener Pegel und steigt bei Fluten an den Pegeln bei den Städten Schrimm, Posen, Birnbaum und Schwerin, 10 bis 12 Fufs; im Jahr 1830 stieg sie bis 17 Fufs 10 Zoll hoch und überschwemmte die an den Flufsgegenden niedrig liegenden Flächen, welche nicht bedeicht, aber zum Theil gut angebaut sind, sehr hoch. Die Breite des Flusses ist beim mittlern Wasserstande sehr verschieden und die Geschwindigkeit beträgt nur $1\frac{1}{2}$ bis 3 Fufs, weil sich der Flufs noch nicht im Beharrungsstande befindet.

Früher waren die Warthebrücher einer Wildnifs ähnlich, in welcher nur wilde Thiere ihr Wesen trieben, und der Flufs bildete mit seinen vielen Armen ein wahres Labyrinth, in welchem sich nur die Fischer zurechtfinden konnten. Eine ähnliche Wildnifs war auch früher die Weichsel-Niederung, die Litthauische Niederung und jetzt noch das Bobrabruch und mehrere Brücher in Polen, welche zum Theil nur auf der Eisdecke zugänglich sind. (Man sehe meine Beschreibung des Narewflusses in den Beiträgen zur Kunde Preufsens, 3ter Band, 6tes Heft.)

Bei der Zunahme der Cultur im Preufsischen Staate entging es dem Scharfblicke des Königs Friedrich Wilhelm I., der durch Landescultur und strenge Staats-Ökonomie seine Länder beglückte, was besonders auch in Litthauen dankbar anerkannt wird, (wo die Anlage der dortigen Städte, Domainen-Ämter Kirchen und Schulen davon herrliche Denkmäler giebt) nicht, wie nützlich es sein würde, diese grofse Thalfläche entsumpfen und urbar machen zu lassen. Es wurden zu dem Ende schon 1724 und 1725 Entwürfe dazu gemacht; auch wurden mehrere Colonieen angelegt. Der König, obgleich Liebhaber der Jagd, fertigte die Forstbeamten auf ihren Widerspruch gegen solche Anlagen, kurz mit den Worten ab: „Besser Menschen als Schweine." Die Plane zur Fortsetzung der schon in der Ausführung begriffenen Cultivirung der Warthebrücher, legte der König mit der Bemerkung: „Für meinen Sohn" zurück.

Den Wunsch und die Grundsätze seines Vaters fafste König Friedrich II. ungeachtet der vielen Kriege mit dem gröfsten Eifer auf. Er liefs zunächst von 1744 bis 1757 das Nieder-Oderbruch verwallen und urbar machen. Darauf und nach dem Eintritt des Friedens wurden die Netzbrücher urbar gemacht. Hierauf beauftragte der König den Obrist *v. Petri* im Jahr 1765 mit den Planen zur Urbarmachung des Warthebruches und zur Einrichtung des Flufsbettes zu einem guten schiffbaren Wasserwege. Es wurde sogleich die nöthige Vermessung unter der Direction des Obrist *v. Petri* (welcher sich im Wasserbau in den Niederlanden unterrichtet hatte und der die Urbarmachung des Nieder-Oderbruchs und zum Theil des obern Oderbruchs, so wie die ersten Anlagen im Warthebruch entworfen hatte) begonnen.

Der Plan *Petris*, nebst dem Kosten-Anschlage und einem gründlichen Gutachten, ward im Monat November 1766 dem Könige durch den Geheimen Finanzrath *v. Brenckenhof* vorgelegt. *Brenckenhof* hatte das Bestreben, nützlich zu sein, aber auch das, dem Könige sich bemerklich zu machen, und stellte die Ausführung dieses grofsen Plans zu leicht vor. Er war kein Wasserbau-

verständiger, sondern glaubte blofs, es zu sein, weil er im Anhaltschen die Dämme an der Elbe in Aufsicht gehabt, einige neue Wirthschaften eingerichtet und einige Jahre mit Glück selbst gewirthschaftet hatte. Er baute Alles auf blofse Erfahrung und achtete auf Überlegungsgründe nicht. Auf seinen Vortrag wurde beinahe der vierte Theil der Anschlagssumme gestrichen. Im December 1766 wurde der Plan genehmigt und es wurden 350 000 Thlr. bewilligt. Man ging von dem durch *Petri* mit Umsicht und Sachkenntnifs entworfenen Plane in Folge der Einwirkung *Brenkenhofs* ab. Man wollte jährlich Erfahrungen sammeln, danach die Plane machen und sie nach und nach ausführen. Dadurch aber ward der entworfene Hauptplan zerrissen und die Einheit zerstört; aus Mangel an Sachkenntnifs. Man fuhr jetzt von 1769 bis 1785 ohne einen festen Plan mit der Ausführung der Urbarmachung der Warthebrücher und der Bewallung des Flusses stückweise fort. Der Nachtheil davon entging dem Könige nicht; allein sein Augenmerk war nur darauf gerichtet, den Zweck baldmöglichst, wenn auch mit grofsen Aufopferungen, zu erreichen; was endlich auch so weit gelang, dafs da, wo früher wilde Thiere in dem Bruch und Sumpf hauseten, jetzt in den fruchtbaren Niederungen oder Brüchern viele Tausend Menschen glücklich (wenn sie es wollten) leben konnten.

Die Wälle oder Deiche an dem Wartheflufs sind zusammen $14\frac{1}{2}$ Meilen lang. Die Warthe hat auf 100 Ruthen im Durchschnitt 2 Zoll Gefälle. Die bewallte oder bedeichte Fläche beträgt $4\frac{1}{4}$ Quadratmeilen und ist gut angebaut. Es liegen auf derselben 51 alte Dörfer und 94 neue Colonieen. In denselben wohnen 1088 alte Wirthe und 1788 neu angesetzte Colonistenfamilien. Die Kosten, welche der König nach und nach hergab, betrugen zusammen 102 715 Thlr. 21 Sgr. 4 Pf. (Man sehe die Nachricht von der Verwallung und Urbarmachung der Warthebrücher, vom Kammerdirector *Stubenrauch*, Berlin 1787, mit einer Carte.)

Auch diese Anlagen sind also ein bleibendes Denkmal Friedrichs des Grofsen und noch dauernder als die Palläste und andere Prachtbauwerke, welche der König ebenfalls bauen liefs, auch um tüchtige Künstler ins Land zu ziehen und Wissenschaften und Künste zu heben.

Die weitere Beschreibung der Urbarmachung der Oder- und Warthebrücher und der weitern Regulirung des Flufsbettes zum ungehinderten Abflufs des Wassers, so wie der Ziehung der Wälle oder Deiche, um die Überschwemmungen zu vermindern, übergehe ich, weil es nicht zu meinem Zwecke gehört, und folge weiter der Wasserstrafse nach dem Netzflusse bis zum Bromberger Canal bei der Stadt Nackel.

Fünfter Abschnitt.

Nachdem Friedrich II. Westpreufsen im Jahre 1772 in Besitz genommen hatte, trachtete er, auch in dieser Gegend (dem Netz-District) den innern Verkehr so schleunig als möglich zu befördern. Der Gegenstand wurde wieder dem Geheimen Ober-Finanzrath *von Brenkenhof* übertragen.

Derselbe bildete, nun durch seine früheren Erfahrungen belehrt, in Bromberg eine Organisationscommission, zu welcher auch der Landbaumeister *Jawein* aus Rügenwalde in Pommern als technisches Mitglied zugezogen wurde. Derselbe bereisete die Umgegend und fand, dafs es möglich sei, den Netzflufs bei Nackel mit dem schon aus der Weichsel bis Bromberg hinauf für kleine Stromfahrzeuge schiffbaren Braheflufs durch einen Canal zu verbinden und so einen schiffbaren Wasserweg von der Oder nach der Weichsel zu schaffen; was denn ebenfalls ein Theil der Wasserstrafse von der Nordsee nach dem Schwarzen Meere durch das Land war.

Diesen Gedanken des *Jawein* fafste *Brenkenhof* mit seiner eigenthümlichen Regsamkeit auf, erwog die von diesem Werke für den Staat zu erwartenden Vortheile und trug sie dem Könige in einem Bericht gründlich vor. Der Vortrag machte auf den König einen so günstigen Eindruck, dafs er Folgendes anwortete:

„Vester etc. Ich habe Euch vor die Mir mit Eurem Bericht vom 27ten „d. M. gegebenen Nachrichten von Pommerellen und dem Strich Landes dies„seits der Netze und wovon Ich ungemein zufrieden gewesen bin, hiedurch „danken und Euch darauf in Antwort zu Eurer Direction im Vertrauen nur so „viel melden wollen, wie ich schon dieses Jahr mit Anlegung des Euch be„wufsten Canals den Anfang machen zu lassen intentionirt bin, Ihr also Euren „vorläufigen Überschlag davon wohl machen und auf wie hoch sich solcher „wohl ohngefähr belaufen dürfte, Mir anzeigen könnt.

„Ich bin Euer gnädiger König

„Potsdam den 29ten März 1772. *Friedrich.*"

Diesem Befehl des Königs gemäfs wurden die Vorarbeiten zur Ausführung des Canals so schleunig betrieben, dafs *Brenkenhof* schon Anfangs Mai 1772 die ungefähren Überschläge der Kosten, welche 231 180 Thlr. 16 Ggr. ergaben, dem Könige in Potsdam persönlich vorlegen konnte; welche dann auch vorläufig genehmigt wurden.

Zur gründlichen Ausarbeitung des speciellen Bauplans wählte ***Brenkenhof*** folgende Bauverständige: 1) den vorgedachten Landbaumeister ***Jawein,*** 2) den Neumärkischen Baudirector ***Hahn*** und 3) den Bau-Inspector ***Dornstein*** zu Mühlrose bei Berlin. Er hatte im Warthebruch gesehen, welche Fehler aus Mangel an tüchtigen Baubeamten entstehen können.

Es wurde zuerst die Linie zwischen dem Braheflufs und dem Netzflufs, in welcher der Canal gegraben werden sollte, nivellirt, und man fand, dafs in der Entfernung von 2019 Ruthen der Wasserspiegel des Braheflusses 75 Fufs 9½ Zoll niedriger als der aus Moorgrund bestehende Boden lag, in welchem der Canal gezogen werden sollte. Von hier bis auf den Wasserspiegel des Netzflusses bei Nackel fand man eine Abdachung von 10½ Fufs auf 940 Ruthen Länge; so dafs der Canal über eine Anhöhe zu ziehen war, die sich nach Bromberg zu 75 Fufs 9½ Zoll und nach Nackel hin 10½ Fufs neigte.

Die drei Baubeamten vereinigten sich darüber, dafs auf dem 6924 Ruthen langen Canal 9 Schiffschleusen und an der Mündung des Canals am Netzflusse bei Nackel noch eine Stauschleuse zu bauen sei. Das Wasser zum Speisen des Canals wollte man vom Netzflufs, oberhalb der Thurmühle nach dem Canale leiten *).

Diese Ausmittlungen wurden als Grundzüge zur Ausführung des Canals angenommen und es wurde danach der Bau im Jahr 1772 mit solcher Kraft betrieben, dafs der 6924 Ruthen lange und 5 Ruthen breite Canal mit seinen 10 hölzernen Schleusen in *einem einzigen* Jahre soweit vollendet war, dafs im nächsten Sommer, im Jahr 1773, in Gegenwart des Königs schon beladene Stromfahrzeuge von der Oder, den Warthe- und Netzflufs hinauf, durch den Bromberger Canal und den Braheflufs hinunter, nach der Weichsel und so weiter schiffen konnten. Diese schnelle Ausführung war zwar kühn, aber sie entsprach nicht der Dauer. Der König wollte indessen hier, so wie in ähnlichen Fällen, nur erst den Weg bahnen, und überliefs es seinen Nachfolgern, das Werk nach allen Regeln zu vollenden. Es sind auf diese Weise schon manche grofse Werke entstanden.

Der Canal, mit seinen 10 Schleusen und dem Speisecanal, hatte 739 956 Thlr. gekostet; mit Ausschlufs des Bauholzes, welches unentgeltlich hergegeben wurde.

Zur Entwässerung des Gopplowsees und zur Entsumpfung mehrerer

---

*) Man findet eine Carte von diesem Canal beim 4ten Hefte 15ten Bandes dieses Journals auf Taf. VIII. D. H.

Brücher in dortiger Gegend, so wie des grofsen Netzbruches selbst, desgleichen um die Wasserstrafse zu ***verkürzen,*** wurden die Krümmen der Netze durchstochen und der Flufs gerade gezogen. Allein auch hier ergab sich wieder, wie vorsichtig man sein mufs, Flufskrümmen zu durchstechen und die Wirkung der Natur in den Wasserläufen zu stören. Das Wasser flofs nun so schnell ab, dafs die 10te Schleuse bei Nackel späterhin von einer Stau- in einer Kammer- oder Schiffschleuse umgeschaffen und bei Gromaden, 2 Meilen unterhalb Nackel, eine Schiffschleuse gebaut, auch mehrere Durchstiche, um das Wasser für die Schiffahrt aufzuhalten, wieder coupirt werden mufsten. Möchte auch diese Erfahrung eine Belehrung für die Hydrotechniker sein!

Im Jahr 1786 wurde beschlossen, die Schleusen nach und nach von Rothenburger Sandsteinen zu bauen. Mit der Schleuse in der Stadt Bromberg fing man dies 1789 an; und zwar auf einem neu projectirten Canal, neben der alten Schleuse, um die Schiffahrt während der Bauzeit nicht zu hemmen, und um im festen Boden zu bauen. Die Kosten der Schleuse waren auf 95 556 Thlr. 8 Ggr. berechnet; nach einem Project des Geheimen Ober-Baurath ***Schultz.*** Allein man stiefs beim Graben des Canals auf Triebsand, welcher sich auch in der Schleusenbaustelle fand, und nachdem das ganze Grundwerk der Schleuse gerammt, die Drempel oder Fachbäume und der Schleusenboden vollständig gelegt und selbst die Mauern der Schleusenwände angefangen waren, öffneten sich unerwartet aus den hohen Ufern stark strömende Quellen; das Wasser sammelte sich unter dem Schleusenboden und hob das ganze Grundwerk der Schleuse mit den vielen eingerammten Grundpfählen durch den hydrostatischen Druck in die Höhe. Damit war dieser Bau zu Ende; umsomehr, da die hohen Ufer des Canals und der Baustelle nachglitten und einstürzten.

Da mittlerweile ***Schultz*** gestorben war, so wurde dem Geheimen Ober-Baurath ***Gilly*** die Untersuchung des verunglückten Baues übertragen. Er schlug vor, den neuen Canal und die neue Schleuse ganz zu verlassen und die alte Schleuse, um die Schiffahrt zu erhalten, noch durch Reparaturen in Stand zu setzen; was auch im Jahr 1792 geschah.

Unter ***Gillys*** Leitung wurden von dem Ober-Bau-Inspector ***Peterson*** die Plane und Kostenberechnungen zur Umwandlung der Schleusen in steinerne entworfen; und zwar so, dafs die alten hölzernen Schleusen, um die Schiffahrt nicht zu unterbrechen, beibehalten und daneben die neuen Schiffschleusen in festem Boden gebaut und dann durch Durchstiche oder neue Canäle mit dem alten Canale verbunden werden sollten.

Das Gefälle wurde auf die ersten 6 Schleusen so vertheilt, dafs die 5te Schleuse eingehen konnte. Wegen der zum Theil 16 bis 20 Fufs hoch auf dem Sandboden liegenden Torf- und Moor-Erde in der breiten Thalfläche und dem Bruch bei der 7ten und 8ten Schleuse, sollten diese beiden Schleusen wieder aus Holz gebaut werden, und die 8te und 9te Schleuse, welche früher doppelt waren, nemlich jede zwei Schleusenkammern hatten, sollten in einfache Kammerschleusen verwandelt werden; wodurch bedeutende Kosten erspart wurden.

Diese steinernen Schleusen sollten nun nicht mehr ganz aus Rothenburger Werkstücken, sondern aus sogenannten Klinkern (einer Art von kleinen Ziegeln), wozu man am Braheflufs oberhalb Bromberg einen vorzüglichen Lehm gefunden hatte, auf die Art wie die Schleusen in Holland, an welchen nur die Ecken und Kanten mit Werkstücken eingefafst sind, ausgeführt werden.

Die Vorschläge wurden genehmigt; die 1te, 2te, 3te, 4te, 6te und 9te Schleuse wurden von 1792 bis 1801 ausgeführt: die 6te und 9te, so wie die Umwandlung der Stauschleuse, jetzt der 10ten Schleuse an der Mündung des Canals bei Nackel, und der Stauschleuse auf der Netze bei Gromaden in Kammer- oder Schiffschleusen, unter meiner Leitung.

Über das Unterhaupt der 9ten Schleuse, über welche damals die Landstrafse von Bromberg nach Nackel ging, ward im Jahr 1800 eine in Schlesien aus Eisen gegossene Brücke gebaut: die erste eiserne Brücke in dieser nordöstlichen Gegend. Sie hat sich völlig bewährt.

Die Wichtigkeit des Bromberger Canals ward auch in neuerer Zeit bei der Bezeichnung der Landesgrenze in Betracht gezogen, und im Jahr 1807, bei dem Tilsiter Frieden, wurde ein Theil des Netzdistricts, und der Bromberger Canal auf Veranlassen Napoleons, weil der Canal auch für Kriegs-Operationen sehr wichtig war, ganz, an das damals neugegründete Herzogthum Warschau abgetreten. Er kam erst im Jahr 1815 wieder unter Preufsische Botmäfsigkeit. Es gereicht der Polnischen Regierung zur Ehre, dafs sie während ihres Besitzstandes in den Verhältnissen des Canals keine Veränderungen machte, und selbst die 18 Canal-Officianten beibehielt. Auch ist in diesem Zeitraume nicht allein die 7te Schleuse hergestellt, sondern auch eine ganz neue Schleuse bei dem Dorfe Bielawe gebaut worden, weil sich der Wasserspiegel der Netze wegen der früheren Durchstiche an der Ausmündung des Canals so sehr gesenkt hatte, dafs die Stromfahrzeuge liegen blieben. Desgleichen wurde im Jahr 1814 unter der Polnischen Verwaltung in dem Netz-

flusse bei dem Dorfe Eichhorst, um dem Bromberger Canal, welcher bei trockner Witterung sehr seicht war, durch den Speisecanal (siehe die *v. Schrötter*sche oder *Engelhard*sche Carte) mehr Wasser zuzuführen, eine Stauschleuse angefangen, welche nachher unter Preufsischer Regierung völlig ausgeführt worden ist. Schon früher wurde hier nach der Anordnung Französischer und Polnischer Militairs der Netzfluſs beim Sommerwasserstande coupirt, weil die Proviantransporte zur Verpflegung der Armee auf dem Canal liegen blieben. Es wurde aber dadurch den unterhalb an der Netze liegenden beiden Mühlen, der Thurmühle und der Chobelinenmühle, das Wasser völlig entzogen; was auch noch jetzt geschieht, wenn die Stauschleuse geschlossen wird, und wofür dann natürlich die Mühlenbesitzer entschädigt werden müssen.

In neuerer Zeit ist diese Wasserstrafse noch dadurch verbessert worden, dafs längs des Braheflusses, von Bromberg bis zum Einfall in die Weichsel, ein Leinpfad gezogen und auf der Netze bei Gromaden neben der alten hölzernen Schleuse in einem neuen Canale eine neue Schiffschleuse gebaut worden ist, welche im Jahr 1825 völlig beendigt wurde.

Der Bromberger Canal befindet sich jetzt in so gutem Zustande, dafs die beladenen Fahrzeuge die Fahrt von Bromberg nach Nackel, und umgekehrt, in einem Tage machen können. Die Fahrt würde noch schneller vor sich gehen, wenn auf dem zum Theil noch tiefen Torfgrunde (aus Holzmoor und Wiesenmoor gemischt) ein Leinpfad oder Treidelsteig längs des Canals zum Ziehen der Schiffsgefäfse mit Pferden gemacht würde; was zwar viel kosten, aber auch sehr nützlich sein würde. Zur Erschwerung der Schiffahrt gereicht hier auch noch, dafs die Fahrzeuge auf der langen geraden Canalstrecke nur mit Mühe gegen anhaltende starke Winde zu bewegen sind, die dann oft den Wasserspiegel so zurückschieben, dafs die Schiffe den Moodergrund berühren. Es wäre gut gewesen, wenn man den Canal nicht in der Mitte der grofsen sumpfigen Thalfläche in gerader Linie, sondern am Fufse der Anhöhe entlang in festem Boden gezogen hätte, wo dann feste Ufer entstanden wären, auf welchen mit Pferden getreidelt werden konnte, und wo zugleich durch das Einschneiden des Canals am Fufse der Anhöhen mehrere Quellen geöffnet worden wären, was die Wassermenge zur Beschiffung des Canals vermehrt haben würde. *Copernicus,* der berühmte Begründer unsers Sonnensystems, hat dazu durch seinen, schon im Jahr 1500 gezogenen Canal bei Frauenburg ein belehrendes Beispiel gegeben. (Man sehe die Preufsischen Provinzialblätter 4ten Band das Octoberheft und 5ten Band das Januarheft.)

Der Canal und die Wasserkunst des ***Copernicus,*** welche das Wasser auf den 80 Fufs hohen Domplatz in Frauenburg hob, von welcher das gehende Werk aber jetzt eingegangen ist, war damals in dieser Gegend ein seinem berühmten Urheber würdiger Gegenstand der Bewunderung. Ähnliche Kunstwerke wurden nach ***Copernicus*** Anleitung, oder als Nachahmung seiner Werke, in Graudenz, wo das Werk noch jetzt vorhanden ist, und in Danzig ausgeführt. Über das letztere habe ich von einem Freunde der vaterländischen Geschichte kürzlich folgende Nachricht erhalten:

„Die Anlage der Wasserkunst vor dem Hohen Thore, welche die Brun„nen in der Stadt speiset, fällt in das 16te Jahrhundert und ist nach der An„gabe des berühmten ***Nicolaus Copernicus*** durch ***Heinrich von Eidsen*** 1570 „gebaut, jedoch erst 1603 vollendet. Im Jahr 1572 wurde die neue Radaune „auf die Wasserkunst geleitet, und 1574 die Röhrleitung durch das Hohe Thor „in die Stadt geführt. Im Jahr 1563 wurde die alte Ridwand, welche die „Radaune über den Stadtgraben leitete, abgebrochen und gewölbt wieder „aufgeführt." (Siehe ***Reinhold Curiken,*** historische Beschreibung der Stadt Danzig; ***Löschin,*** Geschichte Danzigs, 1822, Seite 88 und 264, und ***Duisburgs*** Beschreibung, Seite 351.)

Nach dem Beispiele des Copernicanischen Canals bei Frauenburg, zu welchem der Baudefluss aufgestaut ist, von welchem dann der Canal einen Theil des Wassers nach Frauenburg leitet, um der Stadt fliefsendes frisches Wassers zuzuführen, und um die Wasserkunst und die Mühlenwerke zu treiben und zugleich den kleinen Hafen bei der Stadt an der Ausmündung in das Haf zu bilden, wurden auch der Mühlencanal bei Preufs. Holland (Siehe die Beiträge zur Kunde Preufsens, 2ter Band 3tes Heft) und mehrere dergleichen angelegt. Ebenso der sogenannte Landgraben bei Königsberg, welcher auf eine bedeutende Strecke das Wasser aus mehreren Sammelteichen in den Oberteich zum Betrieb der Mühlen und der Röhrleitungen in Königsberg und zur Speisung der Brunnen leitete, und der nach der Carte des ***Jeremias Kuntzmann,*** churfürstlichen geschwornen Geometers, schon im Jahr 1670 vorhanden war. Diese Wasserleitung ist ebenfalls, auch in hydrotechnischer Hinsicht interessant, wegen der dazu erforderlich gewesenen Nivellements zur richtigen Vertheilung des Gefälles, und ich nenne sie ein Werk des ***Copernicus,*** weil es in seinem Sinne und nach seinem Plane ausgeführt ist.

Der Bromberger Canal ist jetzt 42, und an einigen Stellen, wo die Ufer nach und nach abgebrochen sind, bis 68 Fufs breit und 3 bis 6 Fufs tief.

Der Boden, durch welchen der Canal von Bromberg ab gezogen ist, besteht bis hinter der 6ten Schleuse aus Sand. Von hier erweitert sich die Bruchfläche zum Theil auf eine Viertelmeile breit und ziehet sich bis Nackel an der Netze fort. Diese ganze Thalfläche war früher mit Wasser bedeckt, von welcher der Schlefsinsche See, der seinen Abflufs nach Nackel und dem Netzflufs hat, ein Überrest ist. Sie besteht jetzt aus Torf- und Moor-Erde, 10 bis 15 Fufs tief, welche auf reinem Trieb- oder Seesande liegt; der Sumpf war, als man den Canal zog, so mit Wasser geschwängert, dafs die Teichgräber einsanken und mehrere Menschen das Leben verloren. Dieser sumpfige Boden hat sich aber jetzt durch die Entwässerung so weit gesetzt und verdichtet, dafs gute Wiesen entstanden sind und sich nun an dem Canal selbst, so wie im Netzbruch, viele Colonisten angesiedelt haben; besonders Arbeiter, welche bei der Erhaltung und Beschiffung des Canals ihren Verdienst finden. Man sieht auch hier, was durch die Beförderung der Cultur geschehen kann.

Der Canal ist eine Zierde dieser Gegend; welche sonst nichts Vorzügliches hat. Meine Erwartung war, als ich im Jahr 1822 und 1829 wieder hierher kam, gespannt, zu sehen, was für weitere Verbesserungen gemacht sein würden. Ich fand die neue Kunststrafse für Königliche Rechnung, imgleichen in den Städten Kirchen, z. B. in Nackel, und Königliche Militairgebäude ausgeführt; dagegen noch die frühern elenden Polnischen Dörfer, deren Bewohner zum gröfsten Theil noch Polnisch reden; ganz so wie ich sie früher in vielen Gegenden von Polen von 1794 bis 1806 auf meinen Reisen gesehen habe. (Man sehe meine Beiträge zur Kunde Preufsens, 3ten Band, 2tes Heft etc.)

Die Schiffsfahrzeuge, mit welchen der Bromberger Canal beschifft wird, sind die schon oben gedachten sogenannten Oderkähne, welche auf der Wasserstrafse und ihren Nebenwegen von Berlin u. s. w. bis an die Ostsee und das Frische Haf fahren. Sie sind 124 Fufs lang, 13½ Fufs breit, gehen 2 Fufs 10 Zoll tief ins Wasser und tragen 766 Centner. Die Schleusenkammern oder der Raum zwischen den beiden Thoren in den Schleusen sind auf dem Bromberger Canal 156 bis 181 Fufs lang und 28 Fufs breit.

Mehrere dieser Nachrichten von dem Bromberger Canal verdanke ich meinem Freunde, dem Herrn Baurath *Peterson* in Bromberg. Wie wichtig der Canal für den Handel und Verkehr ist, zeigt Folgendes.

1817 passirten ihn 1146 Kähne und bezahlten an Gefällen	3693 Thlr.	21 Sgr.	5 Pf.
1818 - - - 1463 - - - - - - - -	4630 -	2 -	— -
1819 - - - 939 - - - - - - - -	3622 -	4 -	3 -
1820 - - - 844 - - - - - - - -	3742 -	21 -	11 -
Mithin sind in 4 Jahren an Gefällen . .	15 689 Thlr.	1 Sgr.	7 Pf.

eingenommen worden.

Schliefslich bemerke ich zu dieser Beschreibung des Bromberger Canals noch, dafs ich dessen Geschichte im Monat April 1800, als ich die Baue daselbst leitete, auf eine Kupfertafel geschrieben habe, welche am 1ten Mai 1800 im Beisein folgender, jetzt schon verstorbener Männer, nämlich, des Geheimen Ober-Bauraths ***Gilly,*** des Kriegsraths und Baudirectors ***Peterson*** und des Bau-Inspectors ***Kypke,*** in den Fachbaum oder Drempel des Oberthors der 9ten massiven Schiffschleuse bei Nackel gelegt worden ist.

(Die Fortstzung folgt.)

16.

Inhalts-Verzeichnifs I.

der zweiten zehn Bände des Journals für die Baukunst, Band 11. bis 20.; herausgegeben in den Jahren 1836 bis 1844 von A. L. Crelle.

Nach den Gegenständen geordnet.

Übersicht der Gegenstände.

I. Landbau.

A. *Entwurf und Anordnung von Gebäuden.*
B. *Bau-Materialien.*
C. *Construction.*
   a. *Fundamente und Wände.*
   b. *Feuerungen.*
   c. *Fufsboden und Decken.*
   d. *Thüren, Fenster, Treppen und innerer Ausbau.*
   e. *Gebälke und Dächer.*
   f. *Verschiedenes.*
D. *Verschiedenes und Allgemeines.*

II. Wasserbau.

A. *Strombau.*
B. *Canal- und Schleusenbau.*
C. *Hafen- und Meeruferbau.*
D. *Brunnen und Wasserleitungen.*
E. *Schiffbau.*
F. *Verschiedenes und Allgemeines.*

III. Brücken- und Strafsenbau.

A. *Brücken.*
B. *Chausséen und Landwege.*
C. *Eisenbahnen.*

IV. Maschinenbau.

A. *Einzelne Maschinen.*
B. *Maschinen im Allgemeinen, und Verschiedenes.*

V. Aesthetisches.

VI. Nachrichten von Büchern.

Anmerk. Wenn eine Abhandlung in mehrere dieser Rubriken zugleich einschlägt, so findet man ihre Überschrift in jeder solchen Rubrik unter der nemlichen Zahl.

Diejenigen Abhandlungen, bei deren Zahl kein Sternchen (*) steht, sind Original-Aufsätze. Die, bei welchen ein Sternchen (*) steht, sind meistens aus Französischen und Englischen Aufsätzen, entweder im Auszuge, oder wörtlich, ins Deutsche übertragen und so, mit oder ohne Anmerkungen und Zusätze, dem Journale überliefert worden.

I. Land-Bau.

A. *Entwurf und Anordnung von Gebäuden.*

	Band.	Heft.	Seite.
174. Wie sich Landwirthschafts-Gebäude ohne unverhältnifsmäfsige Erhöhung der Kosten völlig feuersicher und zugleich sehr dauerhaft würden bauen lassen. Vom Herausgeber.	14.	IV.	365.
175.* Practische Abhandlung über die Kunst mit Béton zu bauen. Nach einer Schrift des Herrn Architekten *Lebrun* zu Montauban. . . .	19.	II.	135.
	19.	III.	195.
	19.	IV.	287.
176. Eine Erfahrung zur Vergleichung der Kosten der Heizung von Stuben-Öfen mit Steinkohlen und mit Holz. Vom Herausgeber. . .	18.	III.	260.
177. Zu der Kunst feuerfest zu bauen. Vom Herausgeber.	19.	I.	1.
	19.	II.	97.
178. Über die Construction feuersicherer eiserner Decken in Wohngebäuden. Vom Herausgeber.	14.	I.	73.
179. Instruction für junge Architekten zu Reisen in Italien. Von Herrn Ober-Baumeister *Engelhard* zu Cassel in Hessen.	11.	I.	1.
	11.	II.	155.
	11.	III.	203.
	11.	IV.	303.
	12.	II.	161.
180. Übersicht der Geschichte der Baukunst; mit Rücksicht auf die allgemeine Culturgeschichte. Von Herrn Bau-Inspector *C. A. Rosenthal* zu Magdeburg.	13.	I.	52.
	13.	II.	188.
	13.	III.	255.
	14.	I.	1.
	14.	II.	183.
	14.	III.	199.
	14.	IV.	343.
	15.	I.	1.
	15.	II.	180.
	15.	III.	231.
	15.	IV.	310.
	16.	III.	197.
	17.	I.	46.
	17.	II.	97.
	17.	III.	236.
	18.	II.	129.
	20.	I.	32.

B. *Bau-Materialien.*

181. Versuche über die Widerstandsfähigkeit der bekanntesten und nützlichsten Bausteine, welche das Rheinische Schiefergebirge und das daran grenzende Flötzgebirge an der Mosel und in den Ardennen liefern; desgleichen des Bauholzes: angestellt im Festungs-Bauhofe zu Coblenz. Von dem Königl. Preufs. Ingenieur-Premier-Lieutenant Herrn *Beise* zu Coblenz.	11.	I.	102.
	11.	IV.	351.
182. Einige Nachrichten über die Benutzung des Asphalts von Seyssel zu Fufspfaden, Dachdecken, Wasserbehältern u. s. w. Vom Herausgeber.	11.	IV.	379.
183.* Einiges über die Mittel, die Dauer der Bauhölzer zu verlängern. (Nach dem von den *Annales des ponts et chaussées* im Jahrgange 1836 mitgetheilten Auszuge aus dem von Herrn *Keraudren* im Namen einer nächst ihm aus den Herren *Marc*, *A. Chevalier*, *O. Henry* und *Parent-Duchatelet* zusammengesetzten Commission dem Institute			

	Band.	Heft.	Seite.
von Frankreich über diesen Gegenstand erstatteten, in der *Bibliothéque universelle de Genève* im März 1835 gedruckten Berichte.) . . .	12.	III.	234.
184.* Neuere Nachrichten von der Benutzung des Asphalts beim Bauen. Von Herrn Ingenieur-Hauptmann *Perrin*. (Aus dem *Mémorial de l'officier du génie. No. 15. Paris 1840.*)	15.	I.	50.
	15.	II.	101.
185. Sammlung practischer Erfahrungen und Vorschriften, Cemente, Mörtel und Bétons betreffend. Von Herrn Dr. *Reinhold*, Königl. Hannöverschem Bau-Inspector, Ritter etc. zu Leer in Ostfriesland.	15.	I.	88.
	15.	II.	131.
186.* Über die Verzinkung oder die sogenannte Galvanisation des Eisens. (Aus der *Revue générale de l'architecture et des travaux publics* des Herrn *C. Daly*. Jahrgang 1841.)	18.	II.	97.
187. Über den Casseler Cement. Von Herrn Oberbaumeister *Engelhard* zu Cassel in Hessen.	20.	II.	165.
	20.	III.	189.

C. *Construction.*

a. *Fundamente und Wände.*

188.* Des Herrn Brücken- und Wege-Ingenieur *M. Olivier* kurze Nachricht von Fundamentirungen auf Sand. (Aus den *Annales des ponts et chaussées*, März und April 1837.)	12.	III.	275.
189.* Über die Fundamentirung der Gebäude auf Sand. (Zwei Aufsätze von den Herren Ingenieur-Capitainen *Moreau* und *Niel*, im *Mémorial de l'officier du génie:* der erste Aufsatz vom Jahr 1832 aus dem 11ten Bande, der zweite vom Jahr 1835 aus dem 12ten Bande des Memorials. Mit einigen zusätzlichen Bemerkungen des Herausgebers des gegenwärtigen Journals.)	15.	I.	67.
	15.	II.	107.
175.* Practische Abhandlung über die Kunst mit Béton zu bauen. Nach einer Schrift des Herrn Architekten *Lebrun* zu Montauban. . .	19.	II.	135.
	19.	III.	195.
	19.	IV.	287.
174. Wie sich Landwirthschafts-Gebäude ohne unverhältnifsmäfsige Erhöhung der Kosten völlig feuersicher und zugleich sehr dauerhaft würden bauen lassen. Vom Herausgeber.	14.	IV.	365.
177. Zu der Kunst feuerfest zu bauen. Vom Herausgeber.	19.	I.	1.
	19.	II.	97.

b. *Feuerungen.*

190.* Über ein neues System von ökonomischen Kochheerden für Casernen. Vom Herrn Ingenieur-Capitain *Choumara*. (Aus dem *Mémorial de l'officier du génie No. 11.* übersetzt durch Herrn *Fleischinger*, Landbaumeister im Königl. Kriegs-Ministerio.) . . .	11.	IV.	359.
176. Eine Erfahrung zur Vergleichung der Kosten der Heizung von Stuben-Öfen mit Steinkohlen und mit Holz. Vom Herausgeber. .	18.	III.	260.

f. Fufsboden und Decken.

191. Von der vortheilhaftesten Gestalt der Gewölbe aus zwei gleichen Kreisbogen und der von ihnen bedeckten Räume; zugleich ein Beitrag zur Statik der Gewölbe. Vom Herausgeber.	14.	IV.	301.
174. Wie sich Landwirthschafts-Gebäude ohne unverhältnifsmäfsige Erhöhung der Kosten völlig feuersicher und zugleich sehr dauerhaft würden bauen lassen. Vom Herausgeber.	14.	IV.	365.
192. Theorie der Kreisgewölbe. (Nach *Petit* bearbeitet.) Von Herrn *W. Lahmeyer*, Königl. Hannöverschem Hydrotekten.	18.	III.	207.
177. Zu der Kunst feuerfest zu bauen. Vom Herausgeber.	19.	I.	1.
	19.	II.	97.

	Band.	Heft.	Seite.
175.* Practische Abhandlung über die Kunst mit Béton zu bauen. Nach einer Schrift des Herrn Architekten *Lebrun* zu Montauban. . . .	19.	II.	135.
	19.	III.	195.
	19.	IV.	287.
178. Über die Construction feuersicherer eiserner Decken in Wohngebäuden. Vom Herausgeber dieses Journals.	14.	I.	73.
d. *Thüren, Fenster, Treppen und innerer Ausbau.*			
193. Eine leichte und wenig kostbare Vervollkommnung der gewöhnlichen Stubenfenster. Vom Herausgeber.	13.	IV.	406.
c. *Gebälke und Dächer.*			
178. Über die Construction feuersicherer eiserner Decken in Wohngebäuden. Vom Herausgeber dieses Journals.	14.	I.	73.
194.* Nachrichten und Bemerkungen über die Construction und die Kosten von Zinkdächern. Von dem Genie-Obristen Herrn *Poncelet* zu Paris. Aus dem *Mémorial de l'officier du génie No. 15.* vom Jahr 1840.	17.	I.	25.
	17.	III.	205.
f. *Verschiedenes.*			
176. Eine Erfahrung zur Vergleichung der Kosten der Heizung von Stuben-Öfen mit Steinkohlen und mit Holz. Vom Herausgeber. . .	18.	III.	260.
D. *Verschiedenes und Allgemeines.*			
179. Instruction für junge Architekten zu Reisen in Italien. Von Herrn Ober-Baumeister *Engelhard* zu Cassel in Hessen.	11.	I.	1.
	11.	II.	155.
	11.	III.	203.
	11.	IV.	303.
	12.	II.	161.
195. Einige Tafeln zur Reduction von Französischen, Englischen, Russischen und anderen Maafsen und Gewichten etc. auf Preufsische. .	12.	IV.	309.
180. Übersicht der Geschichte der Baukunst, mit Rücksicht auf die allgemeine Culturgeschichte. Von Herrn Bau-Inspector *C. A. Rosenthal* zu Magdeburg.	13.	I.	52.
	13.	II.	188.
	13.	III.	255.
	14.	I.	1.
	14.	II.	183.
	14.	III.	199.
	14.	IV.	343.
	15.	I.	1.
	15.	II.	180.
	15.	III.	231.
	15.	IV.	310.
	16.	III.	197.
	17.	I.	46.
	17.	II.	97.
	17.	III.	236.
	18.	II.	129.
	20.	I.	32.
196. Übersicht des Personal-Etats der Verwaltung der Brücken, Wege, Häfen etc. in Frankreich, im Jahr 1838.	13.	I.	82.
174. Wie sich Landwirthschafts-Gebäude ohne unverhältnifsmäfsige Erhöhung der Kosten völlig feuersicher und zugleich sehr dauerhaft würden bauen lassen. Vom Herausgeber.	14.	IV.	365.
177. Zu der Kunst feuerfest zu bauen. Vom Herausgeber.	19.	I.	1.
	19.	II.	97.

	Band.	Heft.	Seite.
175.* Practische Abhandlung über die Kunst mit Béton zu bauen. Nach einer Schrift des Herrn Architekten *Lebrun* zu Montauban. . . .	19.	II.	135.
	19.	III.	195.
	19.	IV.	287.
197. Bemerkungen über die Entstehung des Torfs und dessen Benutzung als Bau- und Brennmaterial. Von dem verstorbenen Herrn Geheimen Regierungs- und Baurath *Wutzke*.	20.	I.	79.

II. Wasserbau.

A. *Strombau.*

198. Über die Regulirung der Fahrtiefe schnellfliefsender Ströme. Von dem Königl. Wasserbaumeister Hrn. *Henz* zu Hattingen an der Ruhr.	12.	II.	99.
199. Beschreibung der Einfassung eines Lecks mit Sandsäcken im Warwicher Deich bei Hamburg während des Eisganges und Hochwassers vom 15ten bis incl. 18ten März 1838. Mitgetheilt von Herrn Bau-Conducteur *v. Röbbelen*.	12.	III.	279.
200. Bemerkungen über das im Preufsischen Staat angenommene Navigationssystem und über die damit in Verbindung stehende Urbarmachung der Brücher. Von dem Königl. Geheimen Regierungs- und Baurath Herrn *Wutzke* zu Neustadt-Eberswalde	15.	III.	270.
	15.	IV.	358.
	16.	I.	69.
	16.	II.	173.
201. Hydrotechnische Beschreibung der Wasserstrafse von der Nordsee nach dem Schwarzen Meere, welche durch die Verbindung mehrerer Ströme und Flüsse gebildet ist. Von dem verstorbenen Königl. Preufs. Geheimen Regierungs- und Baurath Herrn *J. C. Wutzke*.	20.	III.	273.
	20.	IV.	346.
214. Beiträge zur Geschichte der Entstehung und Ausbildung der Wasserbaukunst, insbesondere der Entstehung der Deiche, Syhle, Schleusen und Schöpfmühlen an der Nordseeküste von Holland und Deutschland. Von Herrn Dr. *Reinhold*, Königl. Hannöverschem Wasserbau-Inspector 1ter Classe, Ritter des Königl. Niederländischen Löwen-Ordens, Ehrenmitgliede der naturforschenden Gesellschaft zu Emden, Mitgliede des Gewerbevereins für das Königreich Hannover. . . .	13.	II.	107.

B. *Canal- und Schleusenbau.*

202.* Beschreibung einer Schleusenconstruction mit gekuppelten Thüren, welche bei jedem Wasserstande ganz oder zum Theil geöffnet und wiederum geschlossen werden können; von *C. Alewyn*, Ingenieur-Capitaine, Correspondent 1ter Classe des Königl. Niederl. Instituts. (Aus dem Holländischen übersetzt von *Heinr. Hübbe*, Ingenieur beim Wasserbau im Hamburgischen Amte Ritzebüttel, der Hamb. mathem. Gesellsch. Mitgl.)	11.	III.	265.
203. Über die Mittel, welche angewendet werden, um die in Sandboden gegrabenen Theile des Ludwigs-Canals wasserdicht zu machen. Vom Königl. Bairischen Oberbaurath Herrn Freiherrn *von Pechmann*.	15.	II.	160.
200. Bemerkungen über das im Preufsischen Staat angenommene Navigations-System und über die damit in Verbindung stehende Urbarmachung der Brücher. Von dem Königl. Geheimen Regierungs- und Baurath Herrn *Wutzke* zu Neustadt-Eberswalde.	15.	III.	270.
	15.	IV.	358.
	15.	I.	69.
	16.	II.	173.
201. Hydrotechnische Beschreibung der Wasserstrafse von der Nordsee nach dem Schwarzen Meere, welche durch die Verbindung mehrerer Ströme und Flüsse gebildet ist. Von dem verstorbenen Königl. Preufs. Geheimen Regierungs- und Baurath Herrn *J. C. Wutzke*.	20.	III.	273.
	20.	IV.	346.

	Band.	Heft.	Seite.
C. *Hafen- und Meeruferbau.*			
204. Nachricht von der Sprengung eines unweit Hamburg in die Elbe versunkenen Schiffes. Mitgetheilt von Herrn Wasserbaudirector *Hübbe* daselbst.	20.	IV.	293.
D. *Brunnen und Wasserleitungen.*			
205.* Einiges über Artesische Brunnen. (Aus den *Transact. of de inst. of civil ingineers* Bd. 1., mitgetheilt von dem Herrn Architekten *Haelke.*)	14.	III.	293.
206. Über Anordnung der Röhrenleitungen mit Verzweigungen und die Bestimmung ihrer Abmessungen unter gegebenen Umständen. Von Herrn Dr. *J. A. Eytelwein*, Königl. Preufs. Ober-Landes-Bau-Director.	15.	IV.	297.
207.* Nachricht über die Wasserleitung der Stadt Toulouse. Von dem Herrn Ober-Berg-Ingenieur *d'Aubuisson.* (Aus den *Annales des ponts et chaussées.* 1838. 2ter Band.)	16.	I.	21.
	16.	II.	118.
208. Über die Mittel und die nöthigen Bauwerke zur Reinigung der Städte und zur Versorgung derselben mit Wasser; mit besonderer Rücksicht auf die Stadt Berlin, als Beispiel. Vom Herausgeber. (Vorgelesen in den Gesammtsitzungen der Königl. Akademie der Wissenschaften zu Berlin vom 17ten und 24ten Februar 1842.)	16.	III.	247.
	16.	IV.	289.
209. Sammlung von Bemerkungen beim Graben von Brunnen über die Lage der Erdschichten, Quellen u. s. w. Von dem Königl. Geheimen Regierungs- und Baurath Herrn *Wutzke*, zu Neustadt-Eberswalde.	17.	I.	1.
	17.	II.	179.
	17.	III.	260.
	18.	II.	173.
	19.	I.	78.
	19.	III.	271.
	20.	I.	73.
210. Über die Bewegung des Wassers in Röhren. (Nach *D'Aubuisson de Voisins* „Traité d'Hydraulique à l'usage des ingénieurs, 2ⁿᵉ édit. 1840." Mit einigen Anmerkungen des Herausgebers des gegenwärtigen Journals.)	17.	IV.	289.
211. Nachricht von porcellanenen Röhren zu Wasserleitungen, aus der Fabrik des Herrn *Ungerer* zu Hirschberg in Schlesien.	18.	III.	197.
212.* Einige technische Nachrichten über den Artesischen Brunnen zu Grenelle bei Paris. (Aus der „*Revue gén. de l'architecture et des travaux publics*" des Herrn *C. Daly.* Jahrgang 1841.)	18.	III.	255.
213. Der Newyork-Croton Aquäduct. Vom Königl. Preufs. Lieutenant Herrn *Schramke*, Architekten zu Newyork.	19.	I.	51.
F. *Verschiedenes und Allgemeines.*			
196. Übersicht des Personal-Etats der Verwaltung der Brücken, Wege, Häfen etc. in Frankreich, im Jahr 1838.	13.	I.	82.
214. Beiträge zur Geschichte der Entstehung und Ausbildung der Wasserbaukunst, insbesondere der Entstehung der Deiche, Syhle, Schleusen und Schöpfmühlen an der Nordseeküste von Holland und Deutschland. Von Hrn. Dr. *Reinhold*, Königl. Hannöverschem Wasserbau-Inspector 1ter Classe, Ritter des Königl. Niederländischen Löwen-Ordens, Ehrenmitgliede der naturforschenden Gesellschaft zu Emden, Mitgliede des Gewerbevereins für das Königreich Hannover. . . .	13.	II.	107.

		Band.	Heft.	Seite.
215.	Kurze Übersicht der physiographisch-hydrographischen Beschaffenheit von Ostfriesland, in Hinsicht auf Entwässerungs-Anlagen, Gröfse der abzuwässernden Fläche, Zahl, Weite, Bau- und Unterhaltungskosten der Syhle, und deren Effect. Als practisches, aus der Erfahrung entnommenes Beispiel von der Entwässerung einer See- und Stromgegend. Von dem Herrn Wasser-Bau-Inspector etc. Dr. *Reinhold* zu Leer in Ostfriesland.	13. 13. 14.	III. IV. I.	291. 372. 59.
216.	Beschreibung Ostfriesischer Syhle und Holländischer Schiffahrtschleusen. Von Herrn Dr. *Reinhold*, Königl. Hannöverschem Wasserbau-Inspector.	14. 14.	II. III.	101. 256.
200.	Bemerkungen über das im Preufsischen Staat angenommene Navigations-System und über die damit in Verbindung stehende Urbarmachung der Brücher. Von dem Königl. Preufs. Geheimen Regierungs- und Baurath *Wutzke* zu Neustadt-Eberswalde.	15. 15. 16. 16.	III. IV. I. II.	270. 358. 69. 173.
217.	Auszug aus den Nachrichten des Herrn *F. A.* Ritters *v. Gerstner* über Eisenbahnen, Dampfschiffahrt und andere öffentliche Unternehmungen in Nord-Amerika.	15. 15. 17. 17. 18. 18. 19.	III. IV. I. IV. III. IV. III.	290. 372. 85. 379. 279. 375. 254.
218.	Practische Erfahrungen und Bemerkungen über die Entwässerung von See- und Stromgegenden durch Wurfrad- und Schraubenmühlen und über die Einrichtung und Kosten verbesserter Mühlen. Von Herrn Dr. *Reinhold*, Königl. Hannöverschem Bau-Inspector, Ritter etc. zu Leer in Ostfriesland.	16. 16.	I. II.	1. 93.
219.	Gewässer- und Höhen-Carte von Ostpreufsen und Litthauen und einem Theile der angrenzenden Länder. Gezeichnet im Jahr 1842 von *J. C. Wutzke*, Königl. Preufs. Geheimen Regierungs- und Baurath.	17.	III.	285.
220.	Practische Erfahrungen über die Entwässerung versumpfter Ländereien vermittels unterirdischer Leitungen, welche das Beackern des Landes gestatten. Von Hrn. Dr. *Reinhold*, Königl. Hannöverschem Wasserbau-Inspector, Ritter etc. zu Leer in Ostfriesland.	18.	III.	269.
221.*	Nachricht von der Austrocknung des Harlemer Sees bei Amsterdam. (Aus den *Annales des ponts et chaussées*, Jahrgang 1842.) . . .	18.	IV.	343.
222.	Einige Bemerkungen, Entwässerungs-Anlagen tiefliegender Polder in Holland betreffend. Von Herrn *H. Hübbe*, Wasserbaudirector in Hamburg.	20.	I.	69.
223.*	Notizen über die Entwässerungen in Holland, und besonders über die Austrocknung des Zuyd-Plas. (Aus den *Annales des ponts et chaussées*, Jahrgang 1843.)	18.	IV.	359.
224.	Eine besondere Methode hydrographischer Vermessungen. Vom Königl. Preufs. Lieutenant Herrn *Schramke*, Architekten zu Newyork.	19.	II.	187.
225.	Über practisch-richtiges Nivelliren oder Wasserwägen. Von Herrn *Carl Reinhold*, Königl. Hannöverschem Geometer.	20. 20. 20.	I. II. III.	1. 93. 200.
201.	Hydrotechnische Beschreibung der Wasserstrafse von der Nordsee nach dem Schwarzen Meere, welche durch die Verbindung mehrerer Ströme und Flüsse gebildet ist. Von dem verstorbenen Königl. Preufs. Geheimen Regierungs- und Baurath Herrn *J. C. Wutzke*.	20. 20.	III. IV.	273. 346.

III. Brücken- und Strafsenbau.

A. *Brücken.*

		Band.	Heft.	Seite.
226.	Einige Nachrichten von der Brücke über den Rhein zu Eglisau.	12.	III.	271.
227.	Practische Erfahrungen über verschiedene Arten von Brücken und über die absolute Stärke des geschmiedeten Eisens zu Hängebrücken. Von Dr. *Reinhold*, Königl. Hannöverschem Wasserbau-Inspector 1ter Classe, Ritter des Königl. Niederländischen Löwen-Ordens etc. zu Leer in Ostfriesland.	18.	IV.	293.

B. *Chausséen und Landwege.*

228.	Über das Setzen des wasserfreien Chausséedammes zwischen der Lippebrücke und der Festung Wesel nach dem Hochwasserstande im November 1836. Von dem Bau-Conducteur Herrn *Pickel* zu Wesel.	11.	I.	77.
229.	Einige Tafeln zu Berechnungen, die beim Strafsenbau vorkommen. Vom Herausgeber.	12.	III.	201.
230.*	Nachricht von der Sprengung einer Felsenklippe bei Dover in England mit Schiefspulver, eines Eisenbahnbaues wegen.	18.	IV.	366.

E. *Eisenbahnen.*

151.*	Practische Abhandlung über Dampfwagen auf Eisenbahnen. Vom Herrn Chev. *F. M. G. de Pambour*.	10.	I.	27.
		10.	II.	183.
		10.	III.	256.
		10.	IV.	263.
		11.	I.	25.
		11.	II.	105.
231.	Nachricht von der projectirten Eisenbahn zwischen Berlin und Frankfurt a. d. O. Vom Herausgeber.	11.	I.	62.
		11.	II.	175.
		11.	III.	288.
		11.	IV.	392.
		12.	II.	138.
		12.	III.	243.
232.	Über verschiedene Arten von Eisenbahnschienen und deren Fundamentirung. Vom Herausgeber.	11.	I.	81.
		11.	II.	191.
		11.	III.	239.
		11.	IV.	332.
233.	Einiges in Zahlen über Eisenbahnen. Vom Herausgeber. . . .	12.	I.	
	I. Gegenstand und Zweck dieses Aufsatzes.			1.
	II. Zergliederung der gesammten jährlichen Ausgaben auf einer Eisenbahn.			10.
	III. Reduction des Personen-Verkehrs auf Fracht-Verkehr. . . .			17.
	IV. Berechnung der jährlichen Ausgaben auf einer Eisenbahn. . .			20.
	V. Zusammenstellung der Ausgaben auf einer Eisenbahn, und Kosten der Tonne Fracht auf die Meile.			48.
	VI. Bemerkungen in Folge der Resultate.			
	A. Einflufs der Frequenz.			52.
	B. Vergleichung mit Chausséen.			55.
	C. Amortisation.			56.
	D. Einflufs der Umwege von Eisenbahnen auf die Resultate. .			78.
	E. Einflufs starker Abweichungen von der mitteren Höhe einzelner Ausgaben auf die Resultate.			84.
	Wegen der Befürchtungen einer durch Eisenbahnen veranlafsten Crisis im Geld-Umlauf.			88.

	Band.	Heft.	Seite.
229. Einige Tafeln zu Berechnungen, die beim Strafsenbau vorkommen. Vom Herausgeber.	12.	III.	201.
234. Ergebnisse einer vorläufigen allgemeinen örtlichen Ausmittlung einer practicabeln Eisenbahnlinie von Halle über Cassel bis Lippstadt, so weit die Ausmittlung durch das blofse Augenmaafs ohne Messungen möglich war. Vom Herausgeber.	12.	III.	281.
235. Zum überschläglichen Entwurf einer Eisenbahn zwischen Frankfurt a. d. O. und Breslau. Vom Herausgeber.	13.	I.	1.
236. Einiges über die Ausführbarkeit von Eisenbahnen in bergigen Gegenden. Vom Herausgeber dieses Journals. (Vorgelesen von demselben in den Plenar-Sitzungen der Königl. Akademie der Wissenschaften zu Berlin am 18. October und 1. November 1838.)	13.	II.	127.
	13.	III.	207.
237. Gekuppelte Schienenstühle unter den Stöfsen der Schienen von Eisenbahnen, die auf hölzernen Quer-Unterlagen ruhen. Vom Herausgeber dieses Journals.	13.	III.	282.
238. Über die Fahrpreise auf Eisenbahnen. Vom Herausgeber.	14.	II.	130.
239. Einige technische Nachrichten von der Eisenbahn zwischen Berlin und Potsdam. Vom Herausgeber.	15.	III.	201.
217. Auszug aus den Nachrichten des Herrn *F. A.* Ritters *v. Gerstner* über Eisenbahnen, Dampfschiffahrt und andere öffentliche Unternehmungen in Nord-Amerika.	15.	III.	290.
	15.	IV.	372.
	17.	I.	69.
	17.	IV.	379.
	18.	III.	279.
	18.	IV.	375.
	19.	III.	254.
240. Einiges von noch zu wünschenden und wie es scheint möglichen Vervollkommnungen des Eisenbahnwesens. (*Insbesondere veranlafst durch den neulichen Unfall auf der Eisenbahn zwischen Paris und Versailles.*) Vom Herausgeber. (Vorgelesen in der Königl. Akademie der Wissenschaften zu Berlin am 14. und 21. Juli 1842.)	17.	II.	124.
230.* Nachricht von der Sprengung einer Felsenklippe bei Dover in England mit Schiefspulver, eines Eisenbahnbaues wegen.	18.	IV.	366.
241. Gutachten über die Eisenbahn von Stuttgart nach Ulm; enthaltend eine Vergleichung zwischen den beiden Concurrenzlinien			
a. Durch das Neckar- Filsthal über die Alb;	20.	II.	120.
b. Durch das Rems-, Kocher- und Brenzthal.	20.	III.	242.
Von Herrn *A. W. Beyse*, Civil-Ingenieur und Architekten aus Cöln.			
242. Beschreibung des ersten Theils der Long-Island Eisenbahn auf der Insel gleiches Namens im Staate Newyork in Nord-Amerika. Nebst der Berechnung der Kosten einiger anderen Amerikanischen Eisenbahnen. Vom Königl. Preufs. Lieutenant Herrn *Schramke*, Architekten zu Newyork	20.	IV.	310.

IV. Maschinenbau.

Einzelne Maschinen.

151.* Practische Abhandlung über Dampfwagen auf Eisenbahnen. Vom Herrn Chev. *F. M. G. Pambour*.	10.	I.	27.
	10.	II.	183.
	10.	III.	256.
	10.	IV.	263.
	11.	I.	25.
	11.	II.	105.

	Band.	Heft.	Seite.
243.* Des Ritter *v. Pambour* neue Theorie der Dampfmaschinen. (Aus dem Englischen übersetzt vom Herausgeber.)	12.	IV.	334.
244. Nachricht von den Fourneyronschen horizontalen Wasserrädern, Turbinen genannt.	13.	IV.	313.
245. Über die Schwungpumpe. Vom Herausgeber.	14.	I.	40.
246. Practische Erfahrungen über die Wirkung von Baggermaschinen verschiedener Art und über Ausbaggerungskosten von Strom- und Canalbetten. Von Dr. *Reinhold*, Königl. Hannöverschem Wasserbau-Inspector, Ritter etc. zu Leer in Ostfriesland.	18.	I.	81.
218. Practische Erfahrungen und Bemerkungen über die Entwässerung von See- und Stromgegenden durch Wurfrad- und Schraubenmühlen, und über die Einrichtung und Kosten verbesserter Mühlen. Von Herrn Dr. *Reinhold*, Königl. Hannöverschem Wasserbau-Inspector, Ritter etc. zu Leer in Ostfriesland.	16.	I.	1.
	16.	II.	93.

B. *Maschinen im Allgemeinen und Verschiedenes.*

247.* Bemerkungen über die Zugkraft und die Leistungen der Pferde bei verschiedenen Geschwindigkeiten und während eines Tagewerks, auf Chausséen, Eisenbahnen und an Canälen. Von Herrn *Fourier*, Brücken- und Wege-Ingenieur. (Aus den *Annales des ponts et chaussées* von 1836.)	12.	IV.	297.

V. Aesthetisches.

180. Übersicht der Geschichte der Baukunst, mit Rücksicht auf die allgemeine Culturgeschichte. Vom Herrn Bau-Inspector *C. A. Rosenthal* zu Magdeburg.	13.	I.	52.
	13.	II.	188.
	13.	III.	255.
	14.	I.	1.
	14.	II.	183.
	14.	III.	199.
	14.	IV.	343.
	15.	I.	1.
	15.	II.	180.
	15.	III.	231.
	15.	IV.	310.
	16.	III.	197.
	17.	I.	46.
	17.	II.	97.
	17.	III.	236.
	18.	II.	279.
	20.	I.	32.
248. Versuch einer artistischen Beschreibung des churfürstlich-hessischen Lustschlosses Wilhelmshöhe bei Cassel. Von dem Herrn Oberbaumeister *Engelhard* zu Hessen.	16.	I.	49.
	16.	II.	149.
249. Beschreibung des Dogenpallastes zu Venedig. Von dem Herrn Ober-Baumeister *Engelhard* zu Cassel in Hessen.	17	III.	193.
250. Beschreibung der in Pompeji ausgegrabenen Gebäude. Von dem Herrn Oberbaumeister *Engelhard* zu Cassel in Hessen.	18.	I.	1.
251. Über den Bau der Ägyptischen Pyramiden, und Entdeckung des Labyrinths. Von Herrn Dr. *Lepsius*. (Aus den „Berichten über die zur Bekanntmachung geeigneten Verhandlungen der Königl. Akademie der Wissenschaften zu Berlin," mit Erlaubnifs derselben abgedruckt.)	19.	IV.	347.

VI. Nachrichten von Büchern.

		Band.	Heft.	Seite.
252.	Nachträgliche Bemerkung zu der im vierten Hefte sechsten Bandes dieses Journals befindlichen Anzeige von architektonischen Entwürfen. Von dem Herrn Stadt-Baumeister *E. Kopp* zu Dresden. . .	16.	IV.	376.
173.	Nachrichten von Büchern über Baukunst	16.	I.	87.

Der Original-Abhandlungen sind an der Zahl . . . 63.
Der übertragenen Abhandlungen . . . . . 16.

17.

Inhalts-Verzeichnifs II.

der zweiten zehn Bände des Journals für die Baukunst, Band 11. bis 20.; herausgegeben in den Jahren 1836 bis 1844 von A. L. Crelle.

Nach alphabetischer Ordnung der Namen der Verfasser.

Anmerkungen. Wenn man die Zahlen dieses Verzeichnifses II. in dem Verzeichnifs I. aufsucht, so findet man den Titel der Abhandlungen und die Anzeige, wo in den zweiten zehn Bänden des Journals sie stehen.

Bei der Zahl derjenigen Abhandlungen, welche, meistens aus dem Französischen oder Englischen, übertragen und so dem Journale mit oder ohne Anmerkungen und Zusätze überliefert worden sind, steht ein Sternchen (*). Bei denselben Zahlen, unter dem Namen Derjenigen, die auf solche Weise die mit (*) bezeichneten Abhandlungen geliefert haben, stehen zwei Sternchen (**)

Vor die Namen derjenigen Verfasser, von welchen dem Herausgeber bekannt ist, dafs sie sich jetzt nicht mehr am Leben befinden, ist ein † gesetzt.

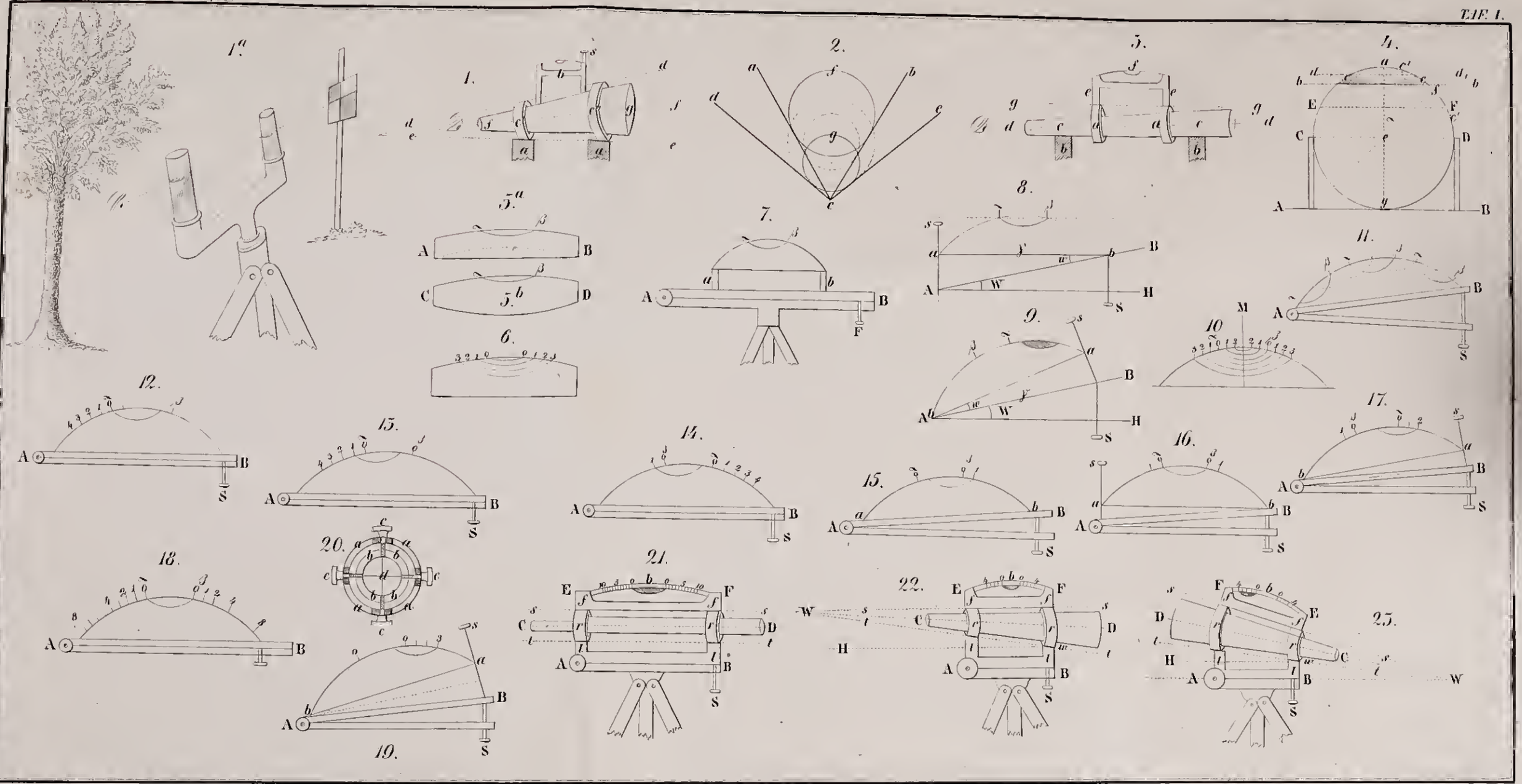
Die vor die Namen der Verfasser gesetzten Zahlen beziehen sich zugleich auf diejenigen im Inhalts-Verzeichnifs II. der ersten zehn Bände dieses Journals (Band. 10. S. 428. etc.).

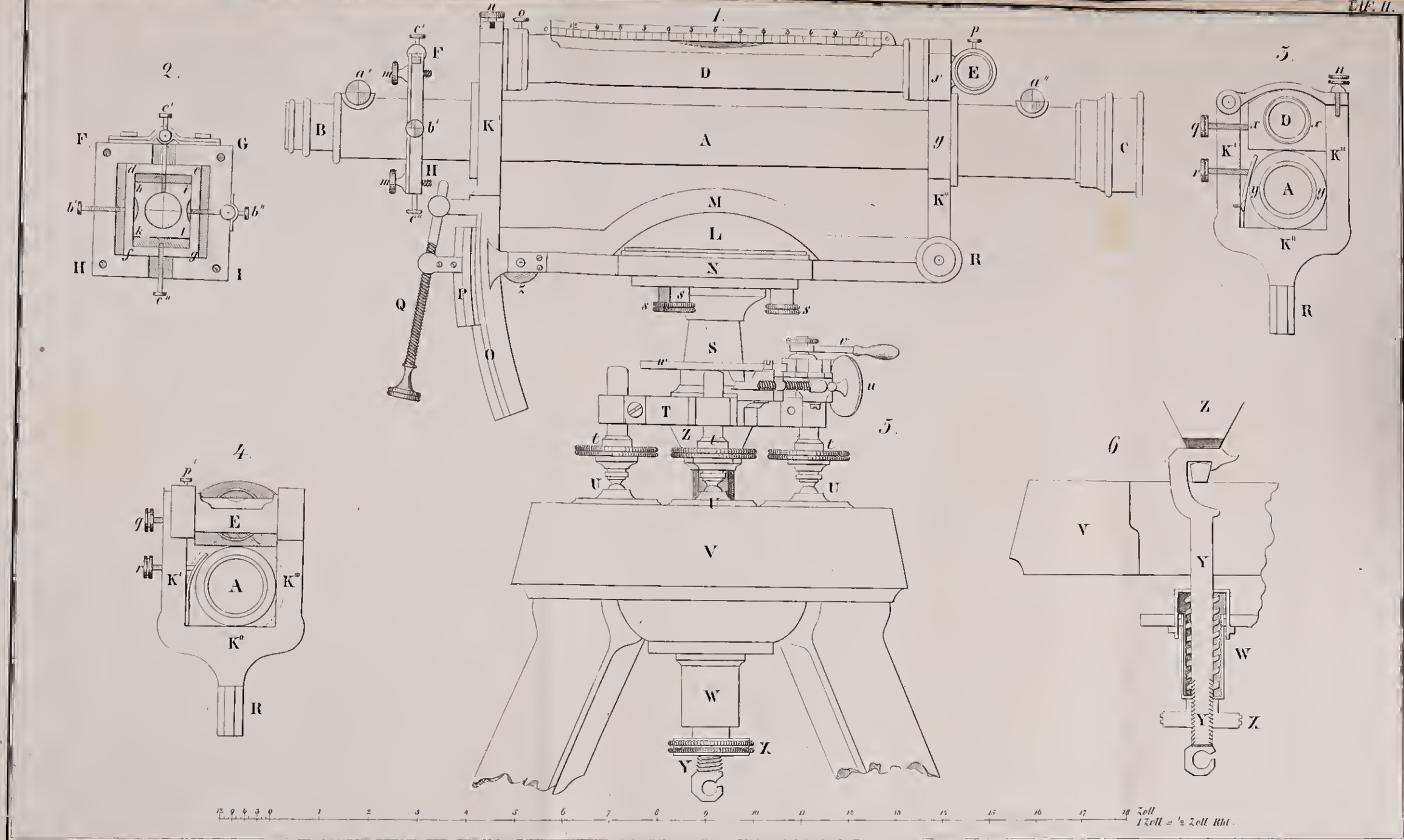
---

92. *Alewyn*, damals Königl. Niederländischer Ingenieur-Hauptmann. 202.*
93. † *D'Aubuisson*, weil. Königl. Französischer Ober Berg-Ingenieur. 207.* 210.*
3. *Beise*, Architekt und Königl. Preufs. Ingenieur-Premier-Lieutenant. 181. 241.
94. *Choumara*, damals Königl. Französischer Ingenieur-Hauptmann. 190.*
18. *Crelle*, Herausgeber dieses Journals. 151.* 173. 174. 175.** 176. 177. 178. 182. 183.* 184.** 186.* 188.* 189.** 191. 193. 194.* 195. 196.* 204.* 207.** 208. 210.* 212.* 217.* 221.* 223.* 229. 231. 232. 233. 234. 235. 236. 237. 238. 239. 240. 243.* 244.* 245. 247.*
26. *Engelhard*, Kurhessischer Ober-Baumeister zu Cassel in Hessen. 179. 187. 248. 249. 250.
28. Dr. *Eytelwein*, Königl. Preufs. Ober-Landes-Bau-Director. 206.
31. *Fleischinger*, damals Königl. Preufs. Land-Baumeister beim hohen Kriegesministerio zu Berlin. 190.**
95. *Fourier*, damals Königl. Französischer Brücken- und Wege-Ingenieur. 247.*
34. † *v. Gerstner*, Ritter etc. 217.
96. *Hälke*, damals Architekt zu Berlin. 205.*
97. *Henz*, damals Königl. Preufs. Wasserbaumeister. 198.
98. *Hübbe*, Wasserbaudirector zu Hamburg. 202.** 204. 222.
45. *Kopp*, damals Stadtbaurath zu Erfurt. 252.
99. *Lahmeyer*, Königl. Hanöverscher Hydrotect. 192.
100. *Lebrun*, Architect zu Montauban. 175.*
101. Dr. *Lepsius*. 251.
102. *Moreau*, damals Königl. Französischer Ingenieur-Hauptmann. 189.*
103. *Niel*, damals Königl. Französischer Ingenieur-Hauptmann. 189.*
104. *Olivier*, damals Königl. Französischer Brücken- und Wege-Ingenieur. 188.*
58. *De Pambour*, Ritter etc. 151.* 243.*
105. *Freiherr von Pechmann*, Königl. Bayrischer Ober-Baurath. 203.

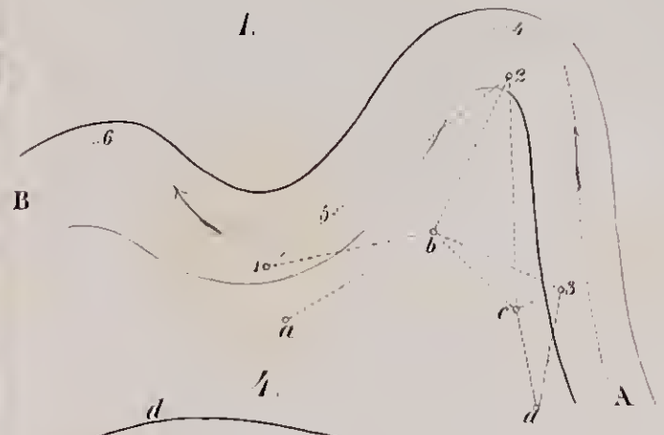
106. *Perrin*, damals Königl. Französischer Ingenieur-Hauptmann. 184.*
107. *Pickel*, damals Königl. Preufs. Bau-Conducteur zu Wesel. 228.
108. *Poncelet*, Königl. Französischer Ingenieur-Obrist. etc. 194.*
66. Dr. *Reinhold*, Königl. Hannöverscher Wasser-Bau-Inspector zu Leer in Ostfriesland. 185. 214. 215. 216. 218. 220. 227. 246.
109. *C. Reinhold*, Königl. Hannöverscher Geometer. 225.
110. *v. Röbbelen*, damals Wasserbau-Conducteur zu Hamburg. 199.
70. *Rosenthal*, damals Königl. Preufs. Wasserbau-Inspector zu Magdeburg. 180.
111. *Schramke*, damals Königl. Preufs. Lieutenant und Architect zu Newyork. 213. 224. 242.
112. *Stadler*, damals Stadtbaumeister zu Zürich. 226.
113. *Ungerer*, Fabrikenbesitzer zu Hirschberg in Schlesien. 211.
89. † *Wutzke*, weil. Königl. Preufs. Geheimer Regierungrath und Wasser-Bau-Director. 197. 200. 201. 209. 219.

TAF. I.

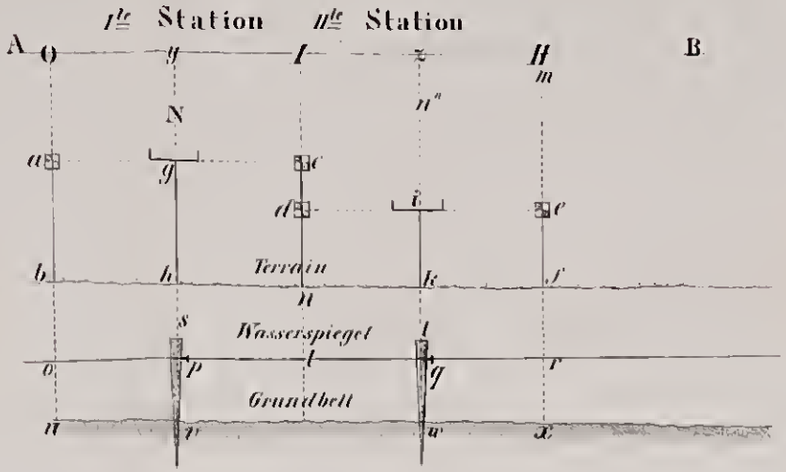



1.
2.
3.
4.
5.
6
A
B
C
D
E
F
G
H
I
K'
K''
K'''
L
M
N
O
P
Q
R
S
T
U
V
W
X
Y
Z
Zoll
1 Zoll = ½ Zoll Rhl.

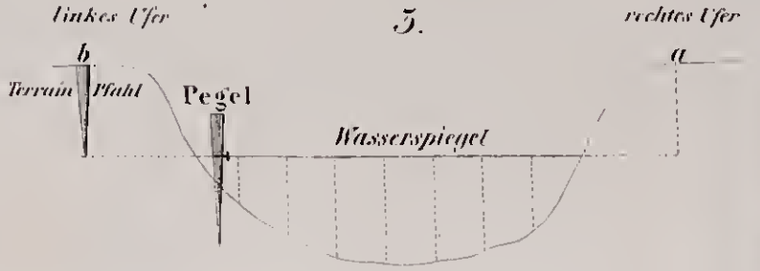
1.



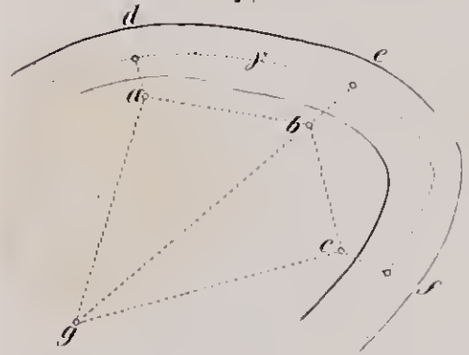
2.



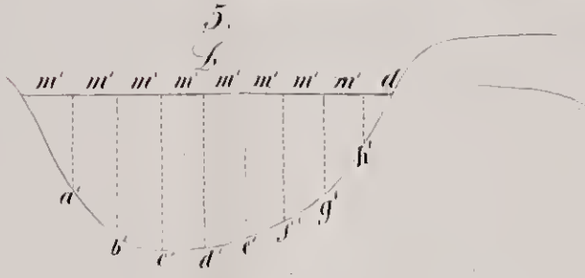
3.



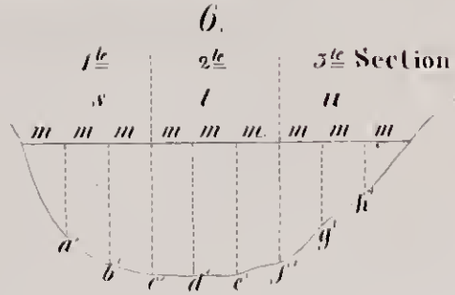
4.



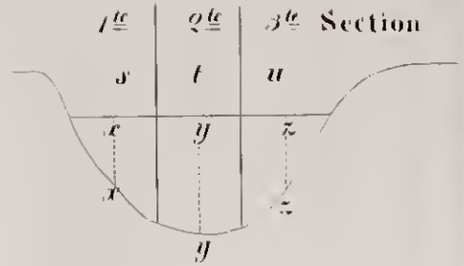
5.



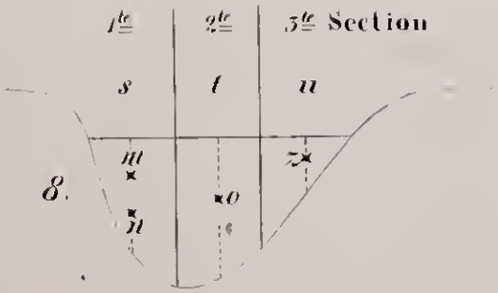
6.



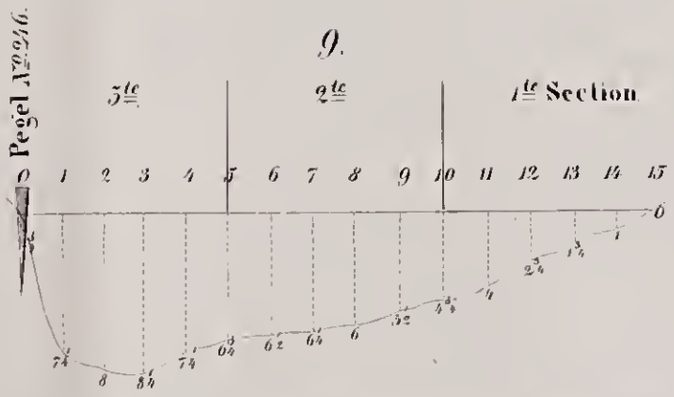
7.



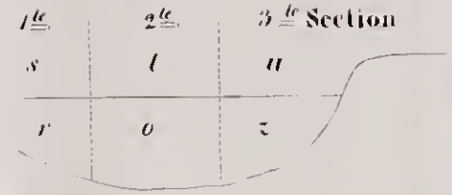
8.



9.



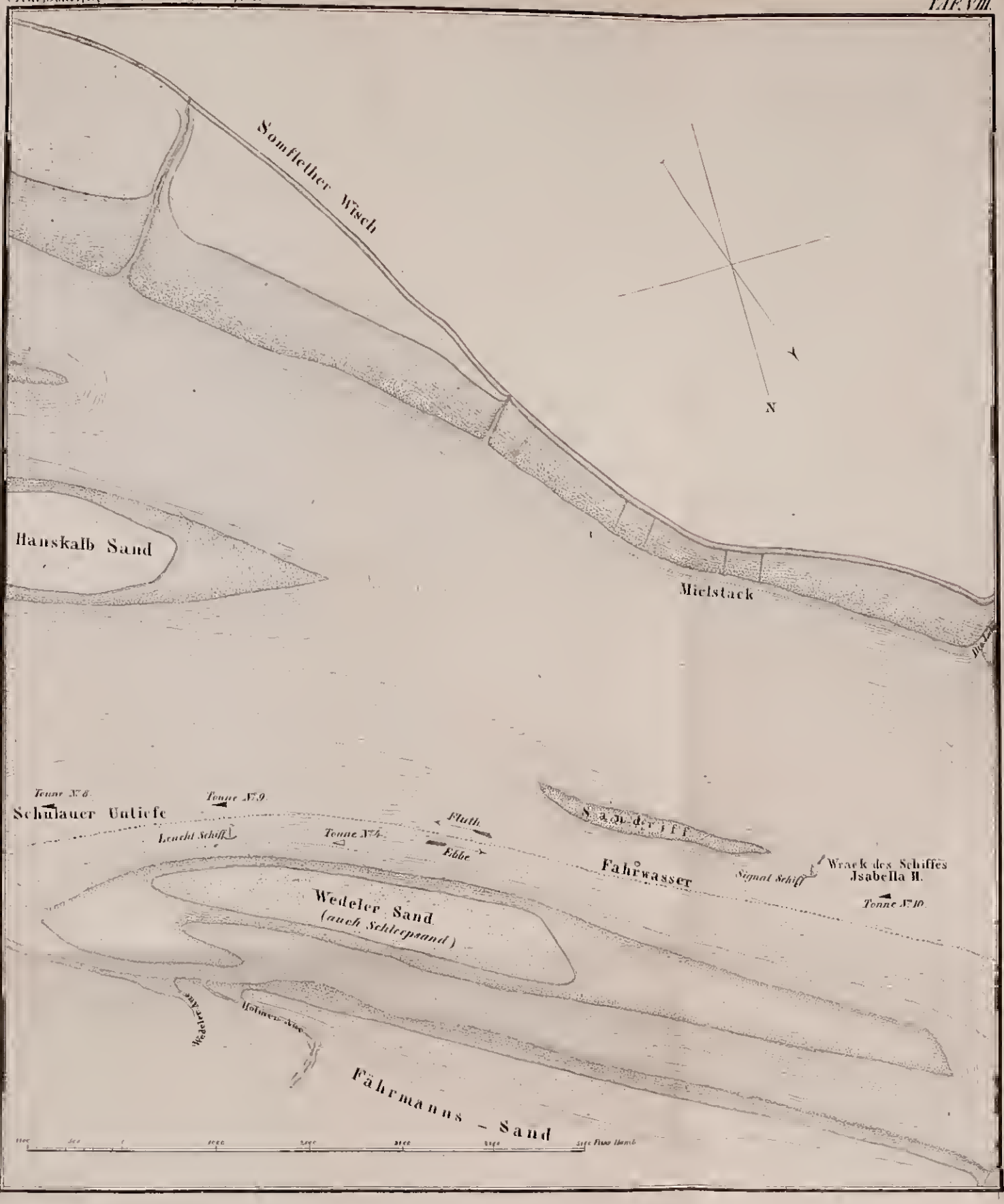
10.



General-Plan
der
GROSSEN HANDELS-WASSERSTRASSE
von der Russischen u. Polnischen-Grenze
auf
dem Memel-und Gilgestrom, Klein Friedrichsgraben, Nemonienstrom,
Grofs Friedrichsgraben u. Deimeflufs bis zum Pregelstrom bei Tapiau.
1827.
Das Curische Haff
Kuckernesische Niederung
Linkuhnsche Niederung
Hünrichswaldsche und Seckenburgsche Niederung
GRAFSCHAFT
RAUTEN
BURG
Alte Gilge
Neue Gilge
Memel
TILSIT
RAGNIT
Wischwill
Memel - Strom
RUSSLAND
POLEN
Gilge
Nemonien
Moosbruch
Heidlauken
Moosbruch, wodurch der Kanal aufgegeben wurde
Dorf
Gros: Friedrichsgraben
Grabenhuff
LABIAU
TAPIAU
Pregel Strom
Deime Fl.
Gros Schleuse
Kl. Schleuse

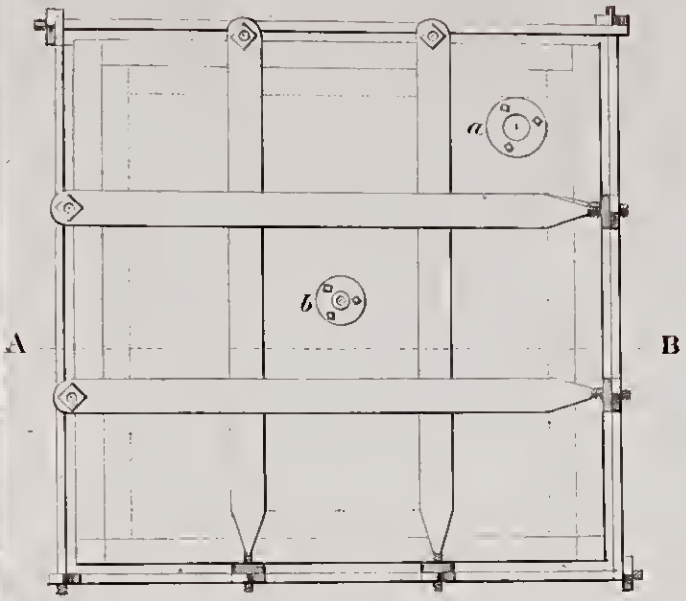
1 geographische Meile = 25,000 Wirt. Fuß

C. G. Herwig, lith.

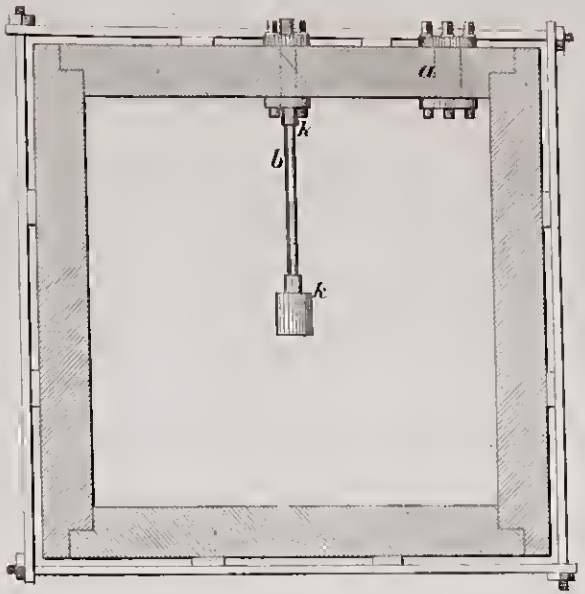

Sonnflether Wisch
N
Hanskalb Sand
Mielstack
Tonne N°8.
Tonne N°9.
Schulauer Untiefe
Leucht Schiff
Tonne N°4.
Fluth.
Ebbe
Sand der III.
Fahrwasser
Signal Schiff
Wrack des Schiffes
Isabella II.
Tonne N°10.
Wedeler Sand
(auch Schrepsand)
Fährmanns - Sand

TAF. IX.

1.

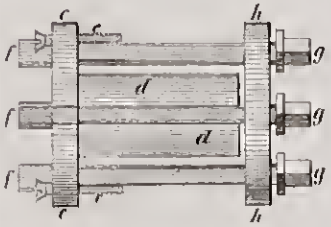


2.

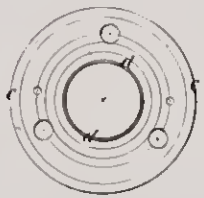


Maasstab zu Fig. 1 u. 2.

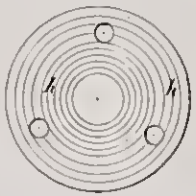
3.



4.

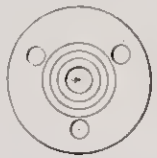


5.

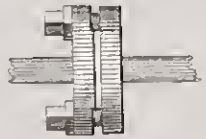


7.

8.



9.



10.

6.

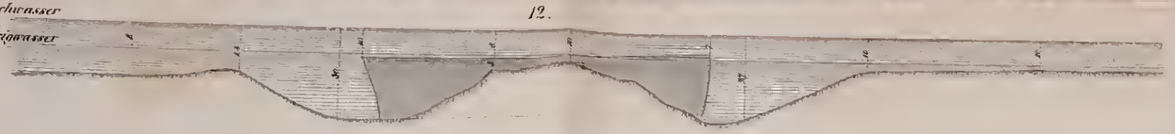
11.

Maasstab zu Fig. 3 bis 10.

Maasstab zu Fig. 11.

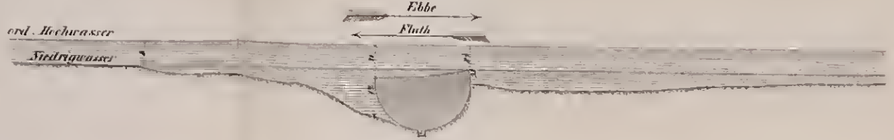
TAF. X.

12.

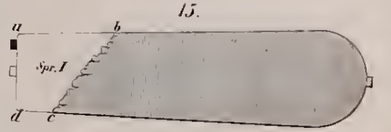


13.

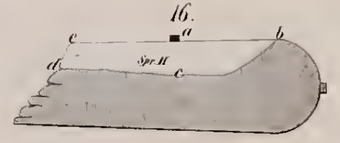
14.



15.

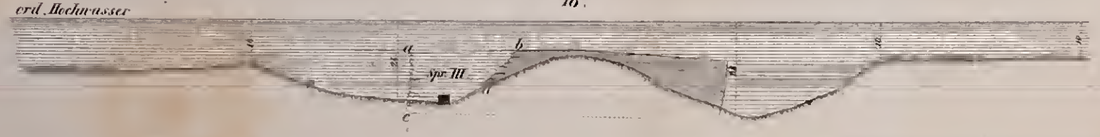


16.

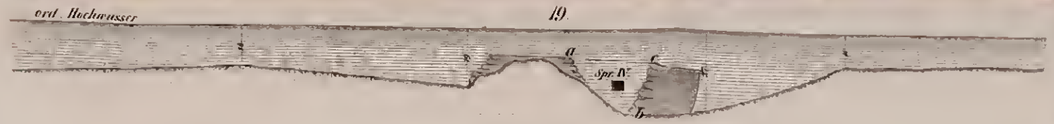


17.

18.

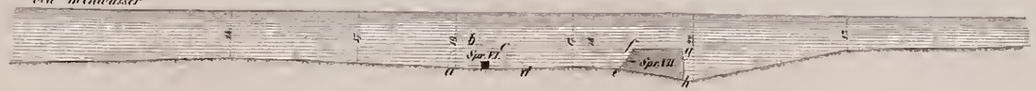


19.

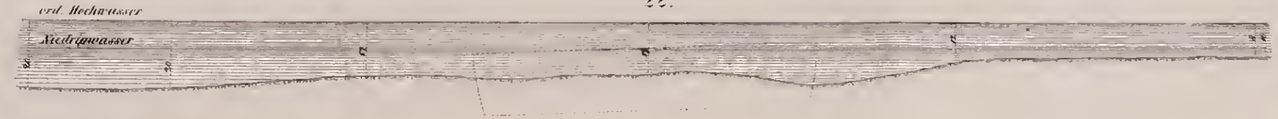


20.

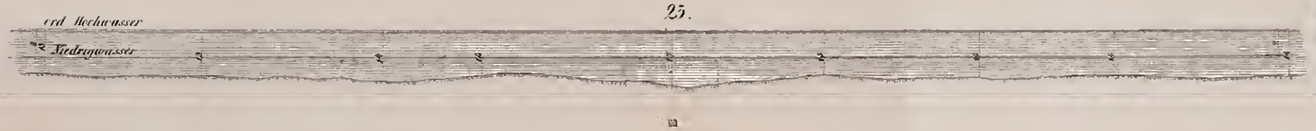
21.



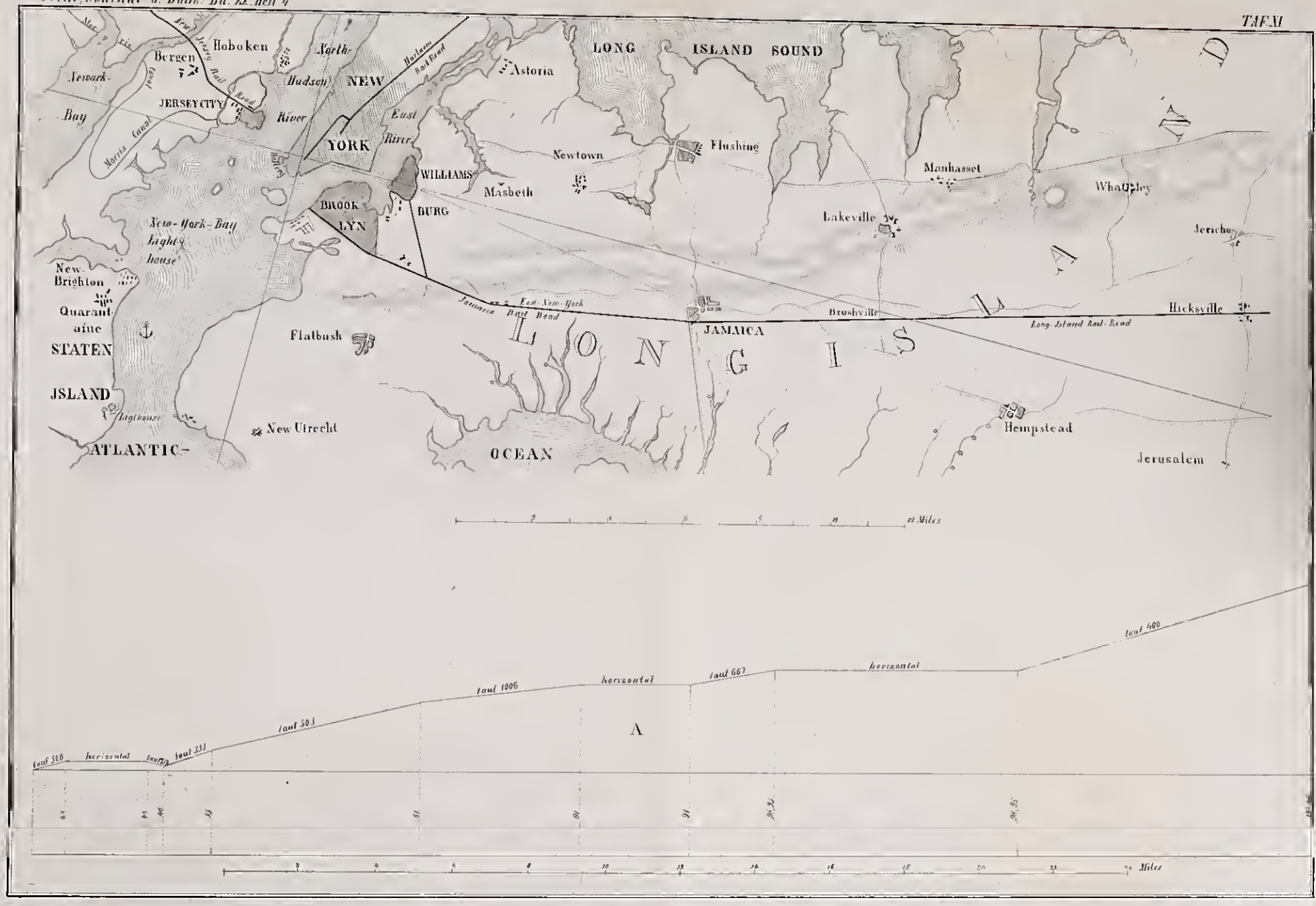
22.

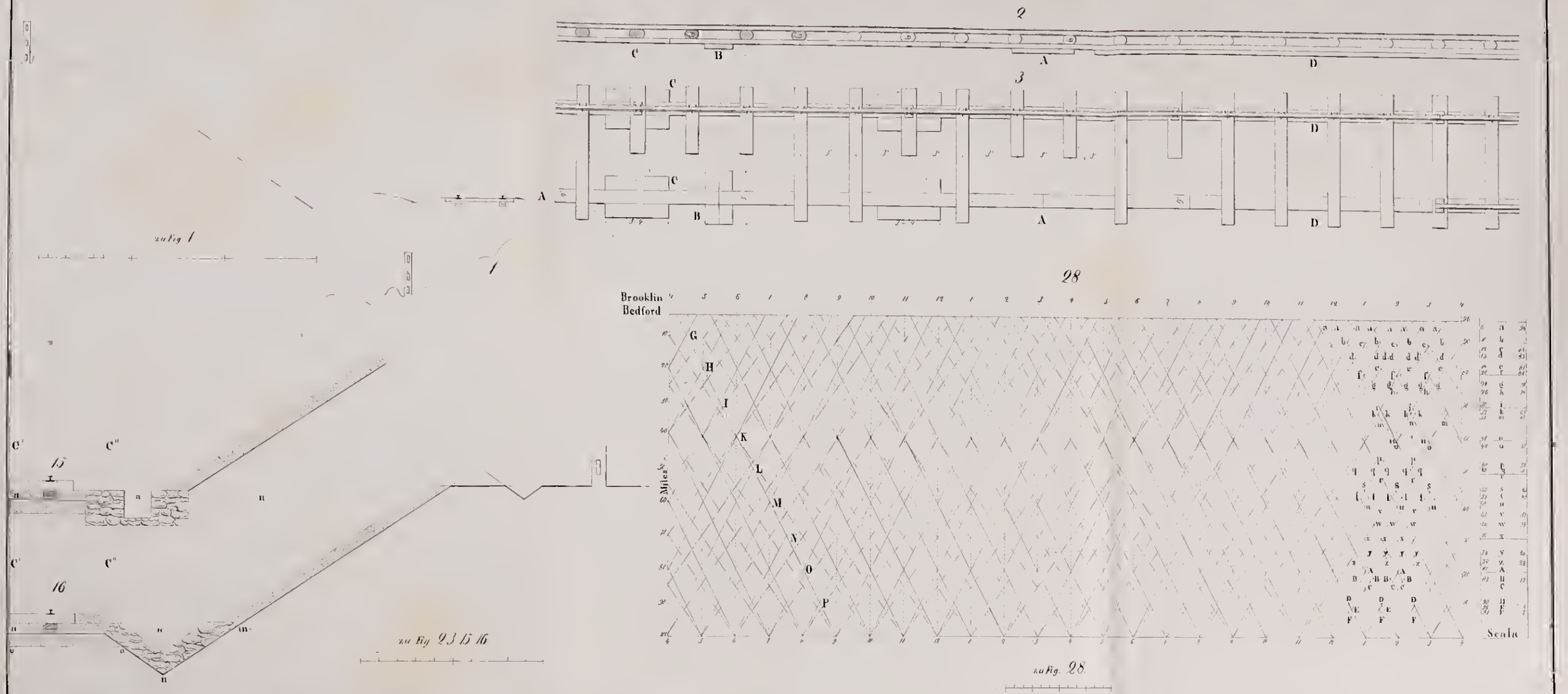


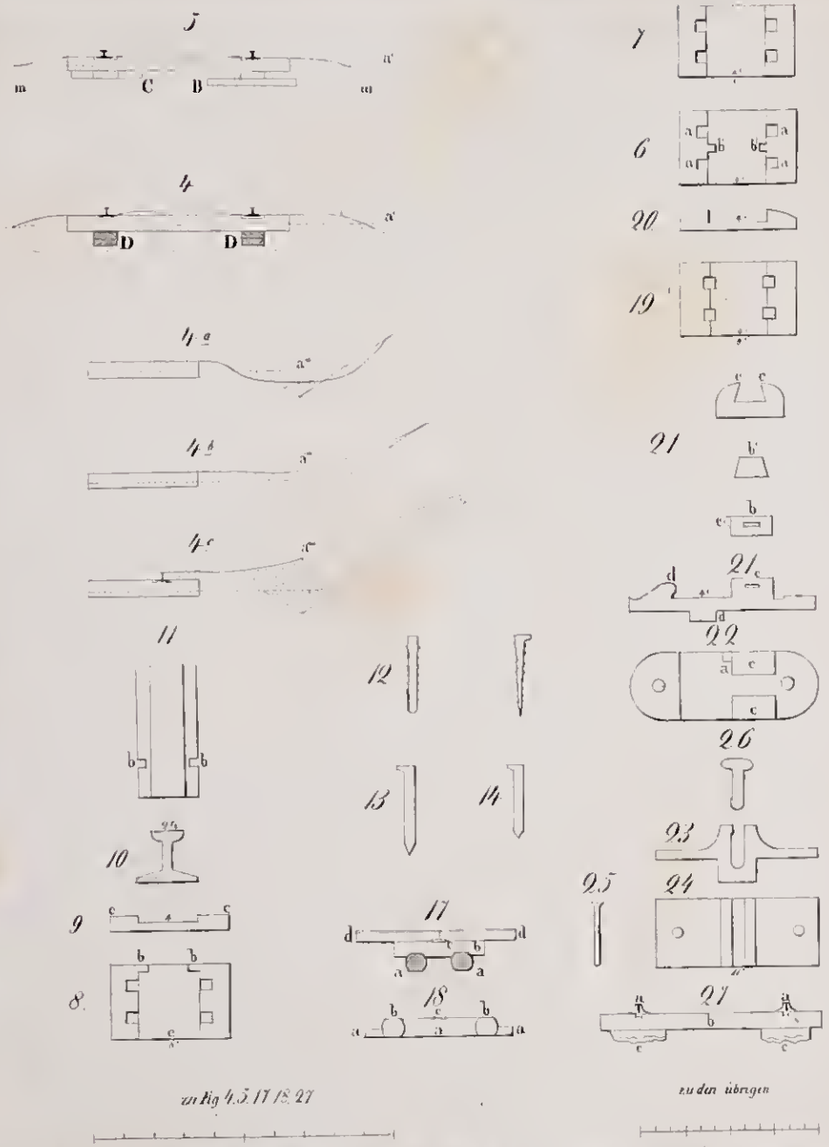
23.

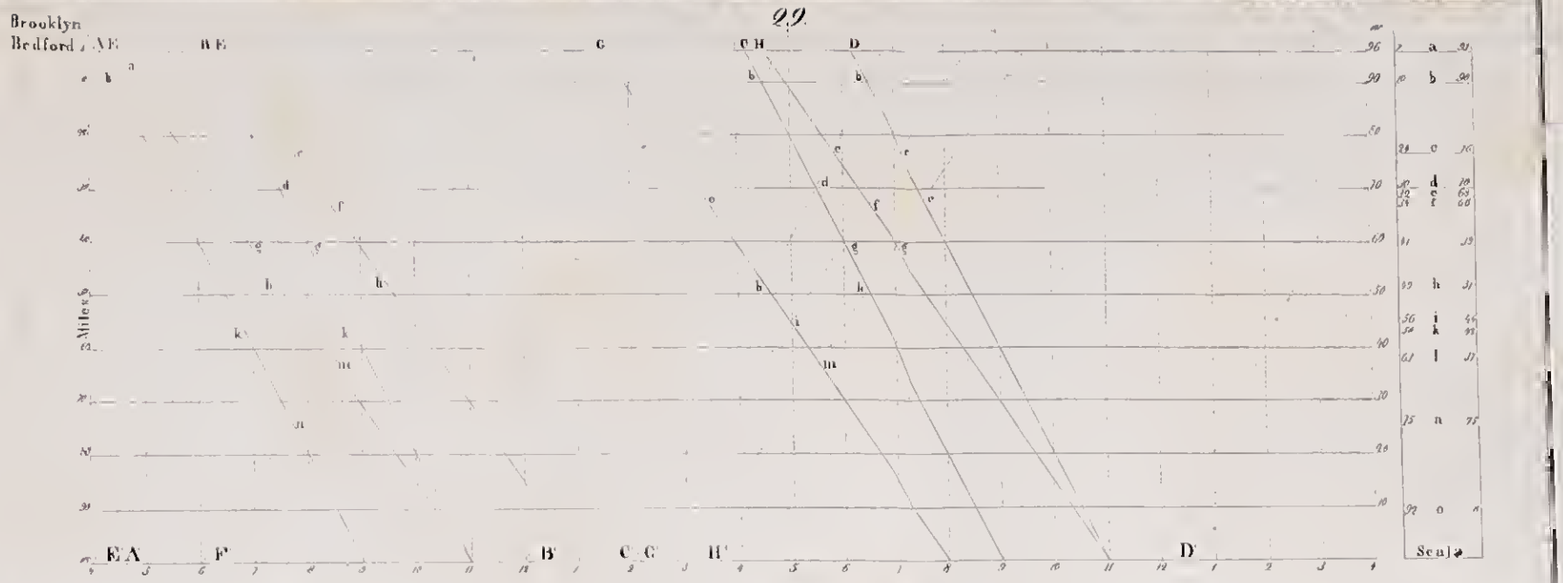


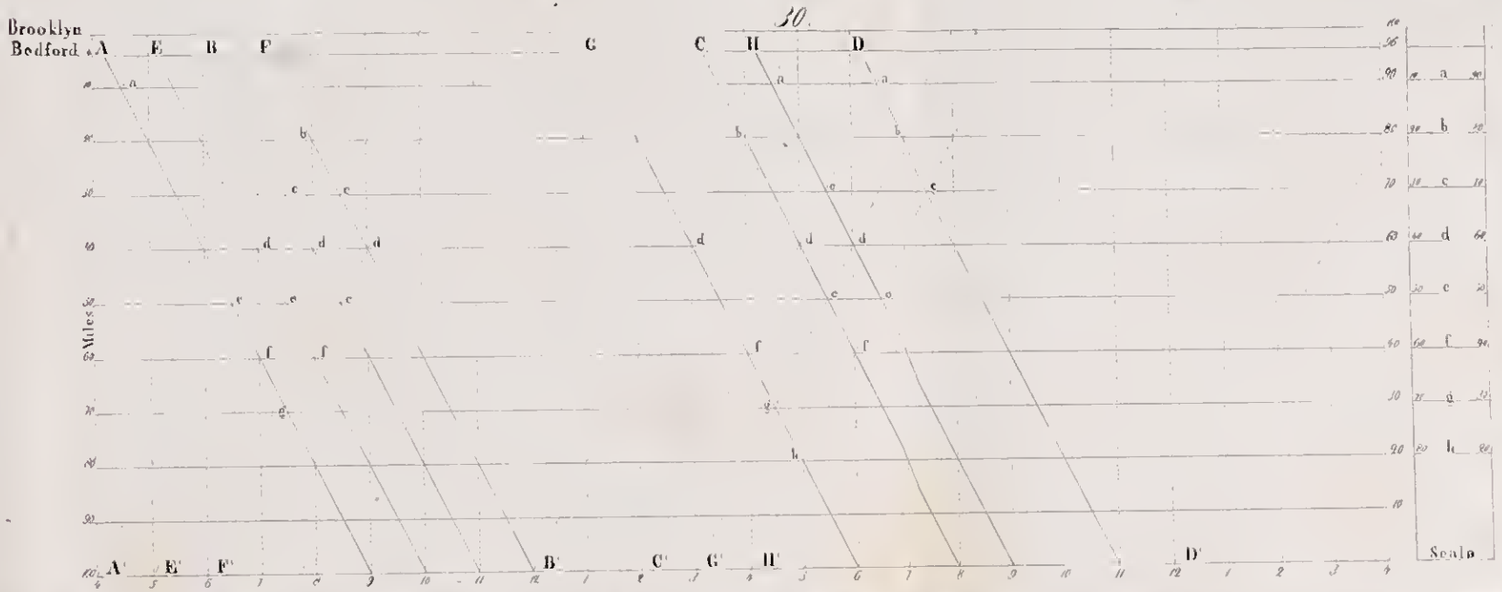
TAF. XI


Hoboken
Bergen
Newark
Bay
JERSEY CITY
North-
Hudson
River
NEW
YORK
East
River
Harlem Rail Road
Astoria
LONG ISLAND SOUND
Flushing
Newtown
WILLIAMS
BURG
Masbeth
BROOK
LYN
New-York-Bay
Light-
house
New-
Brighton
Quarant-
aine
STATEN
ISLAND
Lighthouse
ATLANTIC-
OCEAN
Flatbush
New Utrecht
Jamaica Rail Road
East New-York
JAMAICA
Brushville
Lakeville
Manhasset
Whatley
Jericho
Hicksville
Long Island Rail Road
Hempstead
Jerusalem
LONG ISLAND
12 Miles
A
taut 500
horizontal
taut 331
taut 503
taut 1006
horizontal
taut 667
horizontal
taut 400
Miles


2
3
A
B
C
D
zu Fig 1
1
28
Brooklin
Bedford
G
H
I
K
L
M
N
O
P
Miles
Scala
zu Fig. 28
15
16
C'
C''
zu Fig 23 15 16


5
m
C
B
m
4
D
D
4a
4b
4c
11
10
9
8
12
13
14
17
18
zu Fig 4.5.17 18.27
1
6
20
19
21
21b
21c
22
26
23
24
25
27
zu den übrigen


Brooklyn
Bedford
AE
BE
C
CH
D
29
Miles
EA
F
B
C
G
H
D
Scala


Brooklyn
Bedford
A
E
B
F
C
G
C
H
D
30
Miles
A
E
F
B
C
G
H
D
Scala

GETTY CENTER LIBRARY
3 3125 00611 3373